SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE (GRUPPO SECONDO)

l'antenna LA RADIO

QUINDICINALE DI RADIOTECNICA

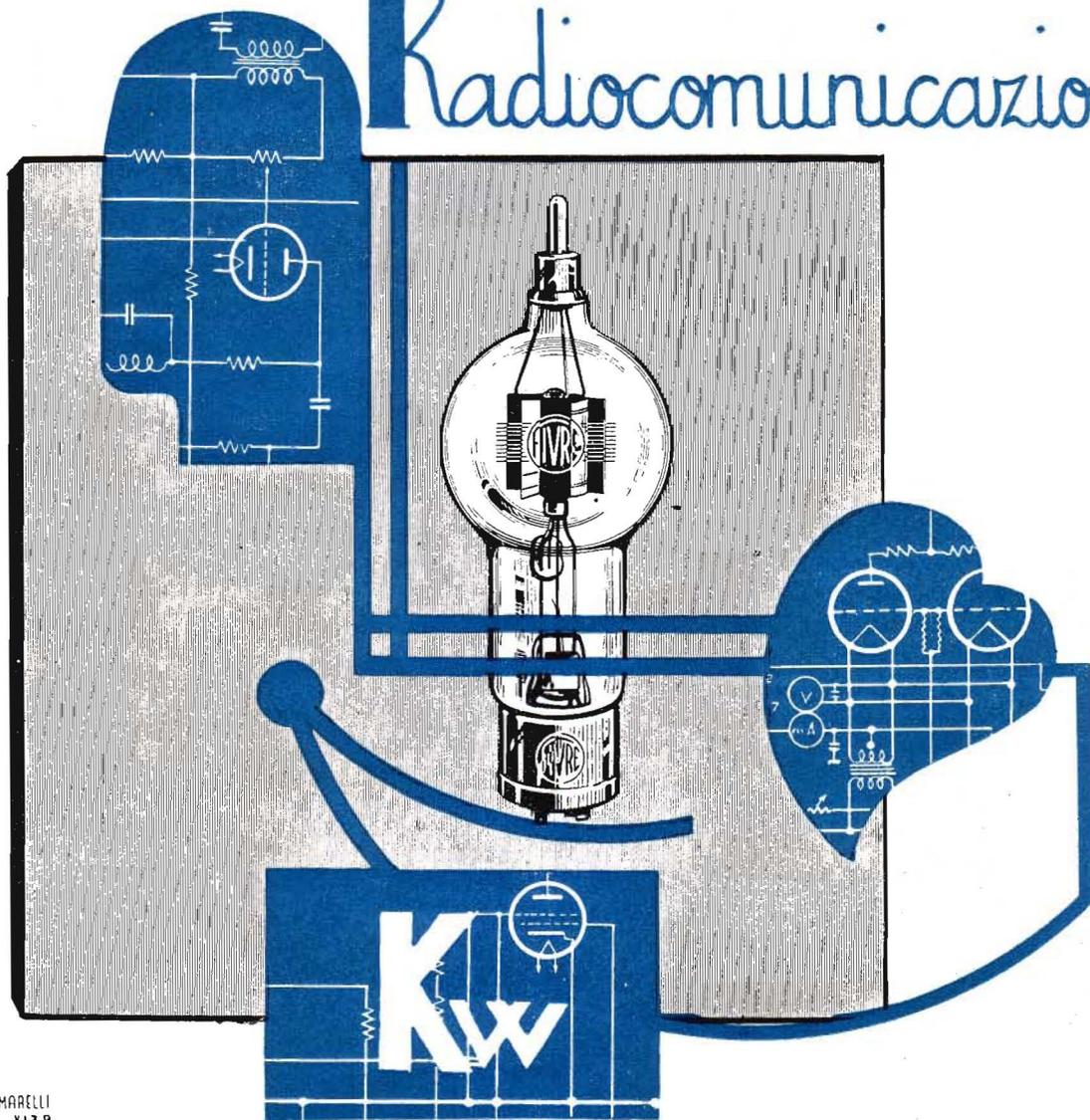
N°. 1-2

ANNO XV
1943 - XXI

L. 5.-

Valvole Fivre:

cuore, cervello, potenza, delle Radiocomunicazioni

KW

PUBBLICITA' MAGNETI MARELLI X12B

Valvole radioelettriche e tubi elettronici per tutte le applicazioni delle radiocomunicazioni

FABBRICA ITALIANA VALVOLE RADIO ELETTRICHE · MILANO

ANNO XV - NUM. 1 e 2 • GENNAIO 1943 - XXI

QUINDICINALE DI RADIOTECNICA

Abbonamenti: ITALIA, ALBANIA, IMPERO e COLONIE, Anno L. 45 - Semestre L. 24 - ESTERO rispettiv. L. 80 e L. 45

Direzione e Amministrazione: VIA SENATO 24 - MILANO - Tel. 72.908 - C. P. E. 225-438 - Conto Corr. Postale 3/24227

Questo primo numero dell'annata in corso esce con un ritardo superiore al normale. Non ci è stato possibile rispondere personalmente a coloro che hanno chiesto schiarimenti in proposito; invitiamo tutti a volerci scusare ed a non diminuirci per questo la loro fiducia. Le ragioni che hanno provocato il ritardo sono molteplici e di natura tale da farci ritenere superflua una spiegazione dettagliata, perchè rientrano nell'ambito delle difficoltà derivanti dal momento attuale, facilmente intuitive.

Possiamo però assicurare lettori ed abbonati che nulla sarà da noi tralasciato per eliminare detti inconvenienti. Siamo sicuri di avere, in questa opera, l'appoggio incondizionato di coloro che ci seguono, appoggio che quest'anno si è rivelato in maniera evidente con l'aumento del numero dei lettori e degli abbonati.

Ringraziamo i fedelissimi ed i nuovi seguaci che in questo momento di emergenza hanno voluto darci prova della loro comprensione, sicuri che, superata questa parentesi, essi continueranno a seguirci, nel solco dell'immancabile vittoria, con sempre maggior fede.

Vincere! **La Direzione**

SOMMARIO

TELEVISIONE (XXVI)

I PRINCIPI GENERALI DELLA TELEVISIONE

Prof. Rinaldo Sartori

5032/2 Continuazione vedi N. 23-24

La ricezione delle immagini televisive.

Abbiamo visto fin qui come sia possibile ottenere, mediante tubi di ripresa, un segnale elettrico, le cui variazioni di intensità siano la fedele ed esatta riproduzione delle variazioni di luminosità nei punti di un'immagine luminosa, quando essi siano ordinati secondo una regola fissata una volta per tutte. Sul conto dei tubi di ripresa ci resterebbe ora da dire come sia possibile ottenere il fascio elettronico esploratore, sufficientemente stretto ed intenso, e come si possa deviarlo in modo da condurlo ad esplorare il mosaico per linee parallele regolarmente digradanti dall'alto verso il basso. Ma poichè questa parte dell'apparato è comune anche ai tubi di riproduzione, che eseguiscono la ricezione dell'immagine, preferiamo parlare ora di questi ultimi, rimandando a più avanti la descrizione del dispositivo a cui si è accennato.

Concettualmente un ricevitore televisivo differisce da un normale ricevitore radiofonico soltanto per il fatto che al posto dell'altoparlante si trova uno speciale apparecchio destinato alla trasformazione dell'energia elettrica in energia luminosa anzichè alla trasformazione dell'energia eletrica in energia sonora, come avviene per opera dell'altoparlante. I segnali elettrici, ottenuti all'uscita del tubo di ripresa, vengono amplificati e sono quindi utilizzati per modulare un'onda portante, successivamente irradiata nello spazio. Nel ricevitore l'onda portante viene nuovamente amplificata e poi sottoposta agli ordinari processi di rivelazione in modo da ricostruire un segnale elettrico quanto più possibile simile al segnale visivo fornito dal tubo di ripresa. Questo segnale visivo deve ora essere trasformato in un complesso di segnali luminosi, disposti su uno schermo nello stesso ordine, nella stessa posizione e negli stessi rapporti di intensità in cui essi si trovano sul mosaico o sullo schermo luminoso del tubo di ripresa. Occorrerà quindi che un piccolo punto luminoso possa percorrere lo schermo piano, su cui si vuol riprodurre l'immagine trasmessa, con lo stesso identico movimento con cui il fascio esploratore percorre il mosaico trasmittente, e che nello stesso tempo la luminosità di questo punto vari in modo da risultare in ogni istante proporzionale all'intensità che il segnale visivo trasmesso ha in quello stesso istante (e quindi all'intensità del segnale visivo ricevuto, dopo la rivelazione eseguita nell'apparato ricevente). In sostanza occorre quindi che in ogni istante esista una perfetta corrispondenza di tempo e di luogo tra la posizione del punto luminoso che si muove sullo schermo ricevente e la posizione dell'area esploratrice che si muove sull'immagine da trasmettere; inoltre occorre che la luminosità del punto che si muove sullo schermo ricevente sia esattamente proporzionale in ogni istante all'intensità del segnale visivo in arrivo.

Più precisamente, per fissare le idee su di un caso concreto, consideriamo un punto P qualunque dell'immagine (fig. 117) ed il punto P' che si trova nella stessa posizione sullo schermo ricevente.

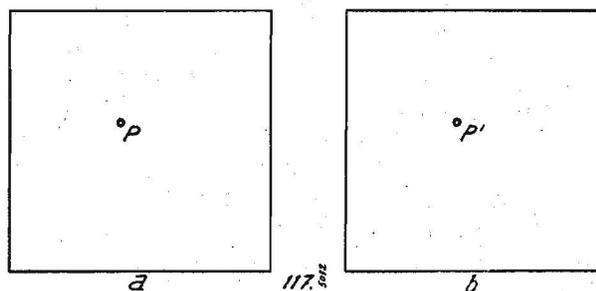



Fig. 117 - *Corrispondenza tra i punti dell'immagine trasmessa e quelli dello schermo ricevente. a) immagine trasmessa - b) schermo ricevente.*

Alla trasmissione, quando l'area esploratrice passa per il punto P, il segnale visivo avrà una certa intensità ben definita in relazione alla luminosità dello stesso punto P. Alla ricezione il segnale visivo, ottenuto dopo il processo di rivelazione, passerà praticamente nello stesso istante per un valore proporzionale a quello che aveva in trasmissione; questo segnale verrà usato per comandare la luminosità del punto che sta muovendosi sullo schermo ricevente. Ma affinchè sia possibile ricostruire alla ricezione l'immagine analizzata in trasmissione, occorrerà che l'azione di regolazione della luminosità del punto da parte del segnale visivo in arrivo si effettui nel preciso istante in cui il punto luminoso, percorrendo lo schermo ricevente, passa per il punto P', che si trova su questo nella stessa posizione in cui il punto P si trova sullo schermo trasmittente. In conseguenza sullo schermo ricevente si otterrà un punto nero, grigio o bianco esattamente nella stessa posizione in cui sullo schermo tra-

smittente esiste un punto nero, grigio o bianco. Le stesse considerazioni valgono per tutti i punti della immagine, la quale può venire in tal modo ricostruita esattamente.

La ricezione televisiva richiede quindi la soluzione di diversi problemi: occorre ottenere sullo schermo ricevente un movimento di esplorazione in tutto identico a quello che compie il fascio esploratore sul mosaico trasmittente; occorre che tali movimenti si svolgano con perfetto sincronismo; occorre infine ottenere la trasformazione dei segnali elettrici in segnali luminosi. Il primo problema si risolve, come si è detto, con mezzi identici a quelli che si usano in trasmissione. Di esso ci occupremo in seguito. Il secondo problema, quello della sincronizzazione, è un problema di grande importanza che pure sarà trattato a parte più avanti. Il terzo problema è specifico della ricezione e pertanto di esso ci si occuperà per primo.

Il tubo a raggi catodici come riproduttore televisivo.

Il tipo più diffuso di riproduttore televisivo è rappresentato da una modificazione del tubo a raggi catodici. Di esso ci occuperemo esclusivamente in questa rassegna, ricordando però che esistono anche numerosi sistemi meccanici, mediante i quali è possibile riordinare e ricostruire all'estremo ricevente gli elementi separati dell'immagine trasmessa. Anzi i sistemi meccanici, in quanto funzionano come regolatori di una sorgente locale di luce (che può essere anche molto potente, come una forte lampada ad incandescenza, un arco elettrico ed una lampada a vapori ad alta pressione) ,presentano il vantaggio di fornire immagini molto più luminose di quanto non possa fare il tubo a raggi catodici. Però quest'ultimo è particolarmente adatto a fornire immagini ad alta definizione, cioè con grande ricchezza di dettagli, le quali possono quindi essere anche ingrandite. E questa proprietà del tubo a raggi catodici, unita alla sua grande semplicità di funzionamento, alla sua robustezza dovuta alla mancanza totale di organi meccanici in movimento, è certamente l'elemento principale che ha determinato l'adozione quasi universale di questo dispositivo allo stato attuale della tecnica televisiva.

Il tubo a raggi catodici (fig. 118) consta essenzialmente di una grande ampolla di vetro, nell'interno della quale è mantenuto un vuoto molto spinto ed è sistemato un catodo capace di emettere una corrente di elettroni relativamente intensa. Questi elettroni vengono accelerati e concentrati con i dispositivi che si descriveranno in seguito, in modo da formare un sottile pennello, a cui viene dato il nome di fascio elettronico o pennello di raggi catodici.

Questo pennello elettronico va ad urtare la base dell'involucro, che è più larga del collo ed è incurvata in modo che l'area determinata su di essa dal fascio non risulti allargata o deformata quando il fascio stesso sia inclinato rispetto all'asse del tubo. Sulla stessa base del tubo è deposta una speciale sostanza che diventa luminosa nei punti in cui viene colpita dal fascio elettronico. Poichè nel punto di arrivo sulla superficie sensibile la sezione del fascio è piccolissima (è un dischetto del diametro di circa uno o due decimi di millimetro) sullo schermo del tubo si ottiene così un punto piccolissimo ed intensamente luminoso là là dove arriva il fascio elettronico. Esso è il punto con cui verrà ricostruita l'imagine. Infatti la sua luminosità può essere variata con estrema facilità per mezzo di segnali elettrici usando questi segnali, con le modalità di cui si parlerà in seguito, per variare l'intensità del fascio elettronico, e ciò perchè l'intensità della macchia luminosa cresce con la velocità degli elettroni e con il numero di questi che raggiungono lo schermo nell'unità di tempo, ossia cresce con l'intensità della corrente trasportata dal fascio. Inoltre la posizione del punto luminoso sullo schermo può essere spostata in qualunque direzione, semplicemente deviando il fascio elettronico; perciò, come si è detto, il movimento del punto luminoso sullo schermo ricevente si ottiene muovendo il fascio elettronico e quindi si ottiene con gli stessi dispositivi con cui si ottiene il movimento del fascio esploratore nei tubi di ripresa.

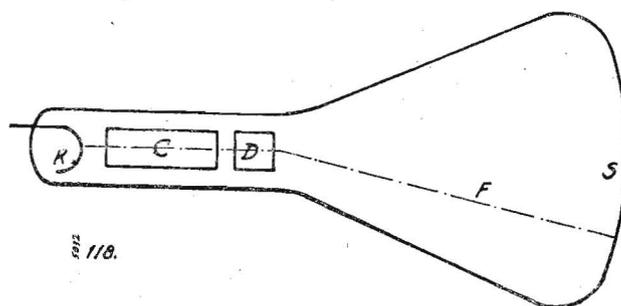



Fig. 118 - *Schema di un tubo a raggi catodici per televisione - K= catodo emittente - C= acceleratore e concentratore del fascio elettronico - D= sistema deviatore - F= fascio elettronico - S= schermo.*

Di tutta questa complessa serie di fenomeni quello caratteristico dei tubi riproduttori è senza dubbio il fenomeno della generazione di luce sullo schermo. Di esso quindi ci occuperemo immediatamente, rimandando a tra breve la descrizione degli altri fenomeni.

La luminescenza.

In natura esistono numerose sostanze che hanno la proprietà di trasformare in luce visibile la luce ultravioletta invisibile e l'energia di raggi catodici. Tali sostanze hanno in altre parole la proprietà di emettere luce variamente colorata quando siano colpite da radiazioni ultraviolette (quelle cioè che costituiscono la così detta luce invisibile) o da un bombardamento di elettroni. Il fenomeno dell'emissione di luce in queste condizioni si dice *luminescenza* e le sostanze che presentano questa caratteristica si dicono *luminescenti*. Gli schermi dei tubi a raggi catodici si ottengono appunto depositando sul fondo del tubo una di tali sostanze; e pertanto si parla ordinariamente di *schermi luminescenti*.

La luminescenza si può presentare in due forme diverse che prendono rispettivamente il nome di *fluorescenza* e di *fosforescenza*. La fluorescenza si verifica quando l'emissione di luce cessa non appena cessa la causa che la determina, sia essa luce ultravioletta o bombardamento elettronico. La fosforescenza si verifica invece con un'emissione luminosa che persiste anche per lungo tempo dopo che è cessata la causa determinante. Più precisamente un foglio di carta ricoperto da sostanza luminescente apparirà bianco alla luce del giorno e sarà invisibile al buio; però se esso viene sottoposto ad una radiazione ultravioletta, apparirà colorato anche al buio, con un colore caratteristico della sostanza impiegata. Se la sostanza usata è fluorescente, la colorazione scomparirà non appena si farà cessare la radiazione ultravioletta; se invece la sostanza impiegata è fosforescente, la colorazione permane, anche dopo che è cessata la radiazione ultravioletta, scomparendo poi lentamente. Esistono sostanze in cui l'emissione di luce per fosforescenza continua per giorni ed anche per settimane. Sono ad esempio fosforescenti le sostanze depositate sulle cifre e sulle lancette degli orologi così detti luminosi.

Come si è detto gli schermi dei tubi riproduttori televisivi sono formati ricoprendo il fondo del bulbo con sostanza luminescente. Tale sostanza deve essere principalmente fluorescente, ma deve anche presentare una debole fosforescenza. Infatti si deve osservare che l'immagine non è proiettata sullo schermo già completa, come avviene per l'immagine proiettata sullo schermo cinematografico; essa è ottenuta proiettando successivamente piccole areole diversamente luminose. L'impressione dell'immagine completa viene ottenuta per effetto della persistenza delle immagini, già ricordata al principio di questa esposizione. L'occhio raccoglie le successive impressioni luminose, dovute ai diversi punti luminosi, o se si vuole all'unico punto che si muove sullo schermo, e ne conserva il ricordo ricostruendo, attraverso tale ricordo, l'intera immagine. Questo processo di ricostruzione è naturalmente facilitato ed aiutato se i vari punti dello schermo rimangono luminosi per qualche tempo, anche dopo che il fascio elettronico è passato a colpire altri punti dell'immagine. D'onde l'utilità che lo schermo sia fosforescente.

D'altra parte una fosforescenza troppo lunga sarebbe molto dannosa alla riproduzione di immagini televisive. Infatti se si trasmette una scena in movimento e se la fosforescenza dura un tempo superiore a quello necessario all'esplorazione dell'intera immagine, durante la riproduzione di una certa immagine instantanea (paragonabile al fotogramma della pellicola cinematografica) rimarrà sullo schermo la luminosità generata dalla immagine immediatamente precedente e quindi le parti mobili della scena saranno contemporaneamente visibili in posizioni diverse successive. Come conseguenza gli oggetti in movimento saranno riprodotti con una traccia luminosa persistente dietro ad essi, come si otterrebbero con una fotografia eseguita con una posa troppo lunga. Per esempio una palla lanciata apparirà con una coda come una cometa. Pertanto i materiali degli schermi devono avere caratteristiche di breve od al più media persistenza della luminosità.

Le caratteristiche di fosforescenza delle principali sostanze che sono usate nella formazione degli schermi dei tubi a raggi catodici per televisione sono indicate qui sotto:

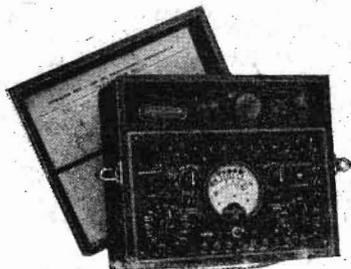
Materiale	*Durata della fosforescenza*
Tungstato di calcio	8 milionesimi di secondo
Willemite	Da 2 ad 8 millesimi di secondo
Fosfato di zinco	Circa un quarto di secondo
Solfato di zinco con nichel	Meno di un milionesimo di secondo

Gli schermi per televisione si ottengono mescolando alcune di tali sostanze in proporzioni tali che la miscela abbia proprietà tali che lo splendore della macchia luminosa si riduca a non più del 10 per cento nel tempo di 15 millesimi di secondo (media persistenza).

(continua)

Nel prossimo numero avrà inizio la descrizione del
TRASMETTITORE A MODULAZIONE DI FREQUENZA
che sarà corredato da disegni e fotografie che ne renderanno completa la illustrazione.

STRUMENTI DI MISURA VORAX

VORAX S.O. 105

Misuratore universale provavalvole.
Misure in continua ed alternata.

VORAX S.O. 120

Oscillatore modulato in alternata.
(Brevettato)

VORAX S.O. 70

OSCILLOGRAFO
A RAGGI CATODICI
il più pratico
il più perfezionato
il più rapido

VORAX S.O. 130

IL CAPACIMETRO
OHMETRO
IDEALE

VORAX S.O. 107

L'ANALIZZATORE - "punto per punto„ che permette di rilevare qualsiasi difetto senza togliere il telaio dal mobile.

"Vorax„ S.A.
Milano

Viale Piave, 14

Telefono 24.405

MODULAZIONE DI FREQUENZA

(O quanta species! Cerebrum non habet!)

2498

Per. ind. rad. G. Termini

Ogni sviluppo ed ogni progresso della scienza e della tecnica è accompagnato da un coro di opinioni e di ipotesi intorno ai vantaggi, all'utilità e all'impiego della nuova realizzazione. Da ciò segue il costume di trattare di essa secondo l'instabilità dell'*aura popularis* che accetta e respinge, esalta e demolisce. Per non portare in questo studio molta polvere di biblioteca, chè in tal caso si tratterebbe di fare la storia del pensiero umano, è sufficiente ricordare quanto si disse e si scrisse sulla modulazione catodica. Per quanto il sistema fosse concettualmente già noto e dapprima raramente applicato, si ebbe in seguito un periodo durante il quale non era lecito pensare a un diverso sistema di modulazione.

Un numero notevolissimo di note e di memorie invase la stampa tecnica e creò un frastuono che sommerse le poche voci degli studiosi che trattarono di esso con coscienza e sapere; anche allora i tecnici si divisero in due correnti. Ma il detto — *quod homines tot sententiae* — non può scriversi su di una memoria scientifica che deve necessariamente condurre a realizzazioni pratiche, perchè le considerazioni e le deduzioni che ne seguono sono frutto eloquente di dati di fatto incontrovertibili.

A convalidare questo pensiero, ed anche perchè risulti evidente la realtà dei fenomeni, esponiamo alcune critiche sulle diverse opinioni che trattano delle radiocomunicazioni con modulazione di frequenza.

Ecco la prima. Si afferma spesso che il campo di applicazione delle stazioni trasmittenti con modulazione di frequenza è limitato, evidentemente, dall'area entro cui può effettuarsi un servizio regolare e che tale area è notevolmente inferiore a quella coperta dalle stazioni con modulazione di ampiezza. Si aggiunge, in conseguenza, che il numero delle stazioni con modulazione di frequenza, richieste per una determinata area è superiore al numero di stazioni che occorrono con modulazione di ampiezza.

Risponderemo dicendo semplicemente che l'area ricoperta da un trasmettitore con modulazione di frequenza è determinata dall'insieme di tre fattori, e cioè, in ordine di importanza:

1) dall'altezza dell'aereo di trasmissione;
2) dalla misura della potenza erogata dal trasmettitore;
3) dalle caratteristiche elettriche e di montaggio dell'aereo.

Si può dire dunque che non vi è alcuna relazione tra la portata del trasmettitore e la variabilità della frequenza di trasmissione. Portate dell'ordine di 200 km. e oltre sono normalmente ottenute con trasmettitori di media potenza. L'esperienza pratica ci dice inoltre che la portata delle trasmissioni con modulazione di frequenza, non differisce nelle ore notturne da quella ottenuta di giorno e che, in ogni caso, e cioè sia di giorno che di notte, la ricezione non è alterata da fenomeni di disturbo, quali le perturbazioni atmosferiche e industriali, l'affievolimento, le interferenze, ecc. Il campo di applicazione delle trasmissioni con modulazione di ampiezza è invece limitato dalla misura notevolmente diversa della portata ottenuta di notte da quella delle ore diurne. Il servizio effettuato con modulazione di ampiezza richiede l'accortezza di modificare la frequenza dell'onda di trasmissione per raggiungere le migliori condizioni di propagazione, nel duplice caso della trasmissione diurna e notturna. A questo inconveniente si aggiunge inoltre la presenza di numerosi fenomeni che rendono difficoltosa e annullano anche, ogni possibilità di ricezione. Ciò vale appunto per l'affievolimento, per le perturbazioni atmosferiche e industriali, ecc. È importante osservare che nelle radiocomunicazioni a fascio, l'uso di proiettori ha diminuito, anche notevolmente, ma non annullato gli inconvenienti citati. In pratica le trasmissioni con modulazione di frequenza risultano invece assolutamente esenti da questi fenomeni. Si può cioè concludere che, a parità di portata e di ogni altro fattore inerente alla trasmissione, la modulazione di ampiezza richiede una potenza di antenna superiore (e anche non poco) alla potenza di antenna richiesta dalla modulazione di frequenza. Ciò per la necessità di compensare la diversa misura della portata diurna da quella notturna, semprechè non si voglia modificare il valore della frequenza di trasmissione. In quest'ultimo caso, oltre a incorrere in una complicazione tecnico-costruttiva non indifferente, si manifesterebbero problemi di traffico e di adattamento particolarmente complessi, pur senza ottenere una propagazione a grande distanza assolutamente non influenzata dalla luce solare e dalle condizioni geo-fisiche delle zone interposte. Agli effetti pratici, inoltre, il collegamento può risultare difficilissimo o anche impossibile per periodi più o meno brevi, mentre con modulazione di frequenza ciò non si verifica mai.

Considerando il fenomeno della propagazione nel duplice aspetto dei due sistemi di modulazione citati, si può concludere che nessun sistema è destinato a escludere l'altro. La modulazione di frequenza è destinata a sostituire la modulazione di ampiezza quando in ricezione si verificano, tutti o in parte, i fenomeni di disturbo in misura tale da compromettere la sicurezza del collegamento. Per quanto, non in relazione alla portata, vi è poi un altro caso per il quale si consiglia di ricorrere alla modulazione di frequenza, ed è la necessità di effettuare una trasmissione di alta fedeltà. È noto

infatti che affidando alla modulazione di ampiezza una trasmissione ad alta fedeltà, e cioè allargando lo spettro acustico, si aumenta in conseguenza l'ampiezza della banda di trasmissione, per cui diminuisce il numero dei canali utili. Ma di ciò e delle altre ragioni che decidono sulla determinazione del sistema di modulazione, tratteremo in seguito.

Esaminiamo ora un'altra opinione erroneamente diffusa. Con la modulazione di frequenza conviene affidare alla trasmissione uno spettro acustico notevolmente più ampio di quello normalmente adottato nelle trasmissioni con modulazione di ampiezza. Quando in un trasmettitore la frequenza di modulazione è compresa almeno fra 30 e 15000 Hz., e quando la trasformazione elettroacustica è condotta nel ricevitore in modo tale da amplificare e riprodurre uniformemente l'intero spettro acustico, la sensazione sonora è caratterizzata dalla naturalezza del timbro. Ciò per la composizione armonica del suono che porta a considerare tutti i problemi elettroacustici relativi alla qualità della trasformazione, dal punto di vista dell'ampiezza della gamma acustica. Così ad esempio trasmettendo e riproducendo uniformemente tutte le frequenze comprese fra 30 e 18000 Hz. e rispettando tutte le condizioni fondamentali relative al carattere del suono originale, la riproduzione risulta corrispondere perfettamente al suono originale stesso. Per far ciò con i trasmettitori con modulazione di ampiezza, si verrebbe a occupare una gamma di frequenza notevolmente elevata che porta, evidentemente, a una limitazione nel numero dei canali utili. Da qui la necessità di ridurre la frequenza di modulazione che, nelle trasmissioni con modulazione di ampiezza è normalmente contenuta entro 4500 Hz. In tal caso la qualità della riproduzione riferita al carattere del suono originale risulta pressochè del 60% e cioè praticamente ottima riguardo all'intelligibilità della parola e appena discreta rispetto alla riproduzione musicale.

Premesse queste cose e tenendo presente che una limitazione della gamma acustica non ha ragione di essere considerata nella modulazione di frequenza, si ammette spesso l'inutilità della trasmissione ad alta fedeltà. Con ciò si viene a negare la parte, essenzialmente di qualità, del nuovo sistema e si toglie ogni significato alla denominazione di sistema di trasmissione ad ampia banda, dato a ragione dell'*Armstrong*.

Diciamo subito che tale affermazione è basata su considerazioni assolutamente inesatte. Si sostiene cioè che le trasmissioni ad alta fedeltà non sono convenienti, nè raccomandabili, per le seguenti ragioni:

1) perchè le normali apparecchiature elettro-acustiche hanno creato una determinata sensazione sonora, che non solo può essere difficilmente modificata, ma che è anche conveniente non modificare.
2) Perchè è inutile raggiungere frequenze di modulazione dell'ordine di 15000 Hz., quando la frequenza media auditiva non supera i 10 mila Hz.
3) Perchè le normali apparecchiature elettro-acustiche difficilmente sono in grado di riprodurre frequenze superiori a 5000 Hz. e che, in ogni caso, non raggiungono i valori delle frequenze acustiche più elevate che risultano impiegate in trasmissione.

Anzitutto, ammettendo anche che il nostro orecchio sia ormai abituato alle sensazioni sonore create dalle attuali apparecchiature radio-elettriche, ciò non significa che non sia in grado di apprezzare una riproduzione migliore, perchè l'uomo non è stato educato alla percezione di particolari riproduzioni acustiche non rispondenti al carattere del suono originale, ma vi si è soltanto abituato con l'uso continuo delle apparecchiature elettroacustiche attuali.

Infatti, le sensazioni sonore date da un sistema di riproduzione ad alta qualità, del tipo, ad esempio, a doppio canale, sono ben diverse da quelle ricevute da un' apparecchiatura normale. E ciò ancora nel caso di trasmissioni con modulazioni di ampiezza, dove, come è noto, lo spettro acustico di modulazione dev'essere forzatamente limitato dalla necessità di lavoro sui canali adiacenti. Se poi si passa dalle trasmissioni con modulazione di ampiezza a quelle con modulazione di frequenza, le sensazioni sonore sono ben diverse. La riproduzione acquista cioè un senso di naturalezza che meraviglia e crea un senso di disagio se si ritorna alle normali apparecchiature per modulazione di ampiezza. A conferma di ciò è sufficiente ricorrere ai noti accorgimenti atti a migliorare il responso delle normali apparecchiature, non solo riguardo alla linearità di resa, ma specialmente riguardo all'ampiezza del canale acustico. Le sensazioni sonore risulteranno chiaramente modificate da una maggiore naturalezza, che avvicinerà la riproduzione, anche se di poco, al carattere del suono originale.

L'affermazione poi dell'inutilità di raggiungere in trasmissione le frequenze più elevate dello spettro acustico, per il fatto che la frequenza media udibile non supera i 10.000 Hz., non può essere accolta e non dimostra una esatta conoscenza dei fenomeni acustici. Abbiamo accennato a suo tempo alla composizione armonica del suono. Aggiungiamo ora che alle frequenze fondamentali prodotte dagli strumenti musicali e dalla voce dell'uomo nel canto, contenuto fra circa 30 e 4000 Hz., si accompagnano più suoni armonici, la cui frequenza è esattamente un multiplo della fondamentale. Da tale composizione deriva il *timbro* del suono e cioè la possibilità di distinguere due note dello stesso tono prodotte da due strumenti diversi.

Ammesso dunque che la frequenza media auditiva non superi i 10.000 Hz., non è facile comprendere per quale ragione non risulti conveniente riprodurre col suo timbro originale un suono la cui frequenza fondamentale sia, ad esempio, di 3000 Hz., e che risulti composto di quattro suoni armonici a frequenza corrispondente multipla della fondamentale.

Da tutto ciò si può dunque concludere che il timbro e quindi la naturalezza del suono, sono

unicamente affidati alle leggi della composizione armonica. Non considerare volutamente tale composizione è un non senso. Nelle apparecchiature attuali, e cioè per modulazione di ampiezza, non si è giunti a una soluzione confacente, perchè è stato necessario addivenire a un compromesso con l'ampiezza del canale di trasmissione. Anche qui, d'altronde, ammettendo un canale di 9 KHz, si è ridotta la qualità di riproduzione al 65% del massimo ottenibile, ma non si è potuto stabilire il limite superiore al disotto di 4,5 KHz., chè altrimenti la qualità del suono e l'intelligibilità della parola ne sarebbero risultati gravemente compromessi.

Un altro fatto importante da tener presente è la mancanza di « rumori », e in genere di disturbi, che accompagna la riproduzione delle trasmissioni con modulazione di frequenza. Ciò indica ancor di più la convenienza di affidare alla trasmissione l'altissima fedeltà della modulazione, perchè i fenomeni che accompagnano la propagazione sono di natura e di entità tale da non recare alcun disturbo a una trasmissione di tale genere.

Anche questo, ed è bene notarlo, non si verifica nelle trasmissioni con modulazione di ampiezza, nel qual caso, aumentando il campo delle frequenze acustiche, si aumenta in conseguenza l'ampiezza del canale di trasmissione e quindi la misura dei fenomeni di disturbo introdotti nel ricevitore.

Se l'affermazione ora discussa si dimostra in effetti inesistente, altrettanto si può dire circa la inutilità di allargare lo spettro acustico di modulazione, per il fatto che le normali apparecchiature elettroacustiche difficilmente sono in grado di riprodurre frequenze superiori a 5000 Hz.

Affermare che i ricevitori attuali non sono realizzati per riprodurre le frequenze superiori a 5 KHz. e sostenere che in seguito a ciò la trasmissione ad alta fedeltà diventa inutile, non ha senso. I ricevitori attuali sono destinati alle trasmissioni con modulazione di ampiezza e non possono assolutamente ricevere le trasmissioni effettuate con modulazione di frequenza.

I ricevitori destinati a tutti e due i sistemi di modulazione e dei quali la letteratura tecnica straniera ha dato numerosi esempi, hanno caratteristiche speciali, perchè i progetti e le realizzazioni sono naturalmente guidati dal duplice scopo ad essi destinati. Il ricevitore per modulazione di ampiezza può essere anche modificato in modo di adattarlo alla ricezione delle trasmissioni con modulazione di frequenza. Occorre però osservare che per raggiungere lo scopo bisognerebbe apportare modifiche numerose e di tale importanza che più di un adattamento si tratterebbe di un vero e proprio rifacimento. Infatti, occorrerebbe anzitutto rivedere il tipo dei tubi elettronici adottati, ed occorrerebbe aggiungere per lo meno due tubi, di cui uno per lo stadio limitatore ed uno per l'amplificazione di media frequenza. E' dunque evidente che le modifiche richieste dagli stadi di bassa frequenza sono lievi in confronto alle altre sommariamente accennate. Si può quindi dire che anche esaminando le affermazioni contestate con maggior larghezza possibile, si è ancora in presenza di asserzioni assolutamente non rispondenti alla realtà dei fenomeni.

Ora che tutte le considerazioni esposte si sono facilmente dimostrate errate, passiamo ad esaminare un'altra affermazione, nella quale il problema della modulazione di frequenza è considerato dal punto di vista della realizzazione di una rete di trasmettitori.

Si afferma cioè l'impossibilità di collegare reciprocamente i singoli trasmettitori mediante l'uso dei normali cavi telefonici, perchè in essi non si può convogliare l'intero spettro acustico adottato in trasmissione. Una tale affermazione è logica, ma non esatta. Non è difficile disporre di cavi telefonici in grado di trasmettere uno spettro di frequenze comprese fra 30 e 15000 Hz. Se non tutti i cavi presentano questa caratteristica, la ragione non è nella difficoltà della loro realizzazione, ma nell'inutilità, per le esigenze del servizio a cui sono normalmente destinati. Non solo: ma a una rete di cavi telefonici, perchè non potrebbe sostituirsi una rete di stazioni di collegamento via radio? Ne risulterebbe il vantaggio notevole di non gravare troppo sull'esercizio dei cavi e di evitare di disporne ex novo. La spesa di esercizio di queste stazioni di collegamento non risulterebbe superiore alla spesa richiesta per la manutenzione dei cavi. La potenza di trasmissione potrebbe essere limitata dall'uso di proiettori. Inoltre il trasmettitore con modulazione di frequenza ha un rendimento di lavoro relativamente elevato. Basta pensare al fatto che gli stadi che seguono il pilota funzionano tutti in classe C (moltiplicatori di frequenza e amplificatori), con un rendimento anodico in conseguenza assai elevato.

Vi sono poi i vantaggi d'ingombro e quindi di peso, di semplicità costruttiva, ecc., che caratterizzano i trasmettitori con modulazione di frequenza. E' importante osservare che una rete di questo genere e cioè via radio, non è possibile per i trasmettitori con modulazione di ampiezza, se non a distanza reciproca molto ravvicinata (il che escluderebbe allora ogni vantaggio), per gli inconvenienti creati dai fenomeni di disturbo, affatto insopprimibili una volta impressi nell'onda di trasmissione. Ciò costituisce un evidente vantaggio per le trasmissioni con modulazione di frequenza, rispetto alle trasmissioni attuali. *(continua)*

GLI ATTENUATORI

Ing. M. Della Rocca

2496/11

L'attenuazione

L'attenuazione è la diminuzione di ampiezza cui una oscillazione elettrica può venire sottoposta lungo una linea per effetto delle caratteristiche elettriche di questa.

Se per ogni unità di lunghezza noi indichiamo con R la resistenza in c.c., con G la conduttanza di dispersione, con L l'autoinduzione, con C la capacità e con ω la pulsazione dell'oscillazione, ad una distanza x l'ampiezza della oscillazione sarà: $A = A_0 e^{-\beta x}$; ove A_0 è l'ampiezza per $x = 0$, e β viene definita dalla relazione:

$$\beta + j\alpha = \sqrt{(R + j\omega L)\ (G + j\omega C)}$$

ossia

$$\beta \sqrt{\frac{1}{2}\sqrt{(R^2 + \omega^2 L^2)\ (G^2 + \omega^2 C^2)} - (\omega^2 LC - RG)}.$$

Se ωL è più grande di R e ωC più grande di G: sarà $= \frac{R}{2}\sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}$

La costante β vien chiamata *costante di attenuazione* ed il fattore $e^{-\beta x}$ *fattore di attenuazione*. Quando il fattore di attenuazione assume il valore e^{-1}, ossia per $\beta x = 1$, l'attenuazione ha raggiunto il valore di un *neper*. Se N è il numero dei *neper*: $N = \log_e \frac{A_0}{A} = \beta x$.

Se indichiamo con V_0, I_0, P_0 i valori di inizio e con V, I, P quelli, ad una distanza x, della tensione, corrente e potenza, avremo:

$$N = \log_e \frac{V_0}{V} = \log_e \frac{I_0}{I} = 1/2 \log_e \frac{P_0}{P}.$$

Questa l'unità abitualmente usata in telefonia ed in tutte le comunicazioni su filo. Altra unità di misura della attenuazione, più usata nella elettroacustica, è il *Bel*, più correntemente usato nella sua decima parte, il *decibel* (*dB*), esso viene definito dalla relazione:

$$B = \log_{10} \frac{P_0}{P} = 2 \log_{10} \frac{I_0}{I} = 2 \log_{10} \frac{P_0}{P}.$$

ove B è il numero dei Bel.

L'attenuazione normale di una linea viene indicata in *neper* (base: i logaritmi neperiani) nella tecnica telefonica e delle comunicazioni in genere; in *decibel* (base: i logaritmi di Brigg) in tutte le altre applicazioni della elettroacustica.

Gli attenuatori

Speciali strumenti, detti *attenuatori* vengono impiegati per diminuire la quantità di potenza trasferita da una parte all'altra di un circuito elettroacustico, sia esso telefonico, di amplificazione o similare: tale diminuzione può essere voluta per scopi di misura in laboratorio o per ridurre un volume eccessivo in riproduzione o registrazione.

Gli attenuatori debbono rispondere a due caratteristiche principali: 1°) avere la giusta impedenza di adattamento sui due lati del circuito cui sono impiegati (*costante di attenuazione*); 2° debbono essere dimensionati in modo da poter ridurre la potenza al livello e con la progressione voluta (*fattore di attenuazione*).

I controlli di volume

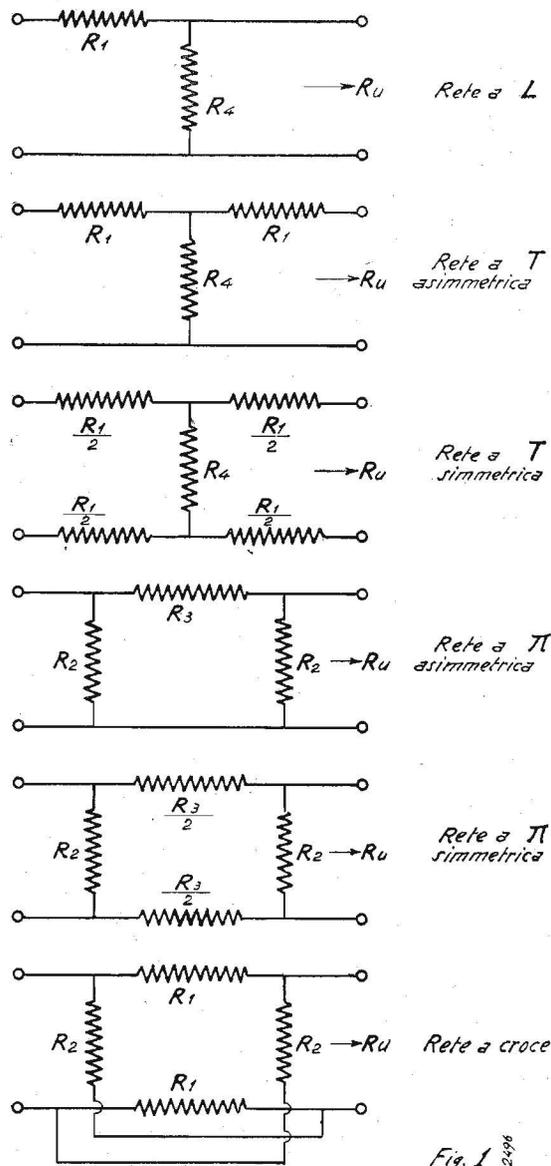
Nella amplificazione di bassa frequenza e nelle comunicazioni si fa sovente uso anche di *controlli di volume*, o potenziometri a scatto — oltre che degli attenuatori — anche essi tarati in *decibel* od in *neper* secondo la utilizzazione cui sono destinati.

Questi strumenti, che specie nella amplificazione di b. f., sono di grande utilità, hanno pochissima diffusione fra noi — causa l'alto prezzo di vendita — che non ne permette l'impiego se non sui com-

plessi di grande classe ove il coefficiente prezzo non ha soverchia importanza.

I *controlli di volume* sono dei potenziometri la cui resistenza totale, generalmente di 100.000 ohm, viene suddivisa in più sezioni (20 a 60) seguendo un andamento logaritmico che permette la valutazione istantanea dei guadagni o delle attenuazioni ottenute da un complesso o dai singoli stadii che lo compongono.

Essi vanno inseriti in utilizzazione come i comuni potenziometri, fra il circuito di placca e quello di griglia dello stadio successivo, in un circuito catodico, oppure nel controllo di stadii di mescolamento, in serie con i mescolatori od all'uscita dello stadio di preamplificazione. La loro funzione elettrica è identica a quella dei potenziometri. Il

Fig. 1 2496

fatto che la resistenza totale sia divisa in sezioni ed a scatti facilita la lettura delle attenuazioni ottenute, che vengono lette su quadranti graduati, sui quali sono riportati in scala decimale le variazioni logaritmiche che si ottengono col salto di scatto in scatto. Si comprenderà agevolmente di quanta utilità essi risultino nelle misure di laboratorio, ove con un amplificatore tarato — di cui si conosca il guadagno totale — è possibile graduare o misurare il livello di microfoni, generatori, rivelatori, ecc. O nella tecnica della registrazione, ove è possibile graduare esattamente la quantità di potenza necessaria ai vari toni ed ai chiaroscuri per una corretta registrazione dei suoni.

Costruzione di un controllo di volume

I controlli di volume sono generalmente costruiti con resistenze avvolte in filo, su rocchetti, in maniera antiinduttiva, ma ne esistono anche realizzati con resistenze chimiche; in questo secondo caso, il valore della tolleranza non può essere inferiore al $5 \div 6\%$.

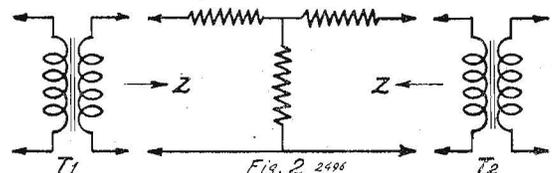
Un controllo di volume avente una resistenza totale di 0,1 MΩ, diviso su 50 scatti di 1 dB deve avere i valori che indichiamo qui appresso:

TABELLA 1

dB	*Scatto ohm*	dB	*Scatto ohm*	dB	*Scatto ohm*
0	100.000	18	12.590	36	1.585
1	89.130	19	11.220	37	1.413
2	79.430	20	10.000	38	1.259
3	70.790	21	8.913	39	1.122
4	63.100	22	7.943	40	1.000
5	56.230	23	7.079	41	891
6	50.120	24	6.310	42	794
7	44.670	25	5.623	43	708
8	39.810	26	5.012	44	631
9	35.480	27	4.467	45	562
10	31.620	28	3.981	46	501
11	28.180	29	3.448	47	447
12	25.120	30	3.162	48	398
13	22.390	31	2.818	49	355
14	19.950	32	2.512	50	316
15	17.780	33	2.239		
16	15.850	34	1.995		
17	14.130	35	1.778		

Costruzione di un attenuatore

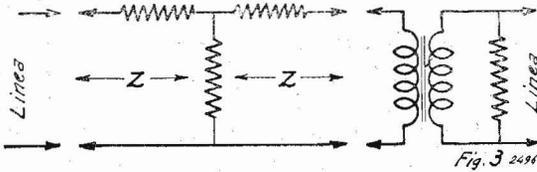
Più complessi dei controlli di volume sono gli *attenuatori*, essi costituiscono dei veri e propri quadripoli aventi caratteristiche tali da potersi adattare ai circuiti di entrata ed uscita della rete cui vanno inseriti.

Fig. 2 2496

Secondo le esigenze e le tolleranze ammesse dalla rete, gli attenuatori vanno costruiti in varie forme, così come illustrato in fig. 1, con denominazioni diverse, che ne indicano le caratteristiche costruttive.

Il collegamento avviene abitualmente tra trasformatori, ed è alla impedenza dei due trasformatori (fig. 2) od ai capi della linea (fig. 3) che l'attenuatore deve adattarsi. Perchè l'attenuatore sia capace di fornire l'attenuazione prevista, senza alterare i

valori delle impedenze, occorre che soddisfi alla relazione:

$$Z \text{ (in ohm)} = \sqrt{Z^1 Z^2 \left(1 + 1/4 \frac{Z^1}{Z^2}\right)}.$$

Le due impedenze Z^1 e Z^2 possono essere uguali o differenti fra di loro, così come il tasso di attenuazione può variare entro limiti ampii e differire per importanza di salto.

Gli attenuatori che abitualmente vengono costruiti in commercio hanno i valori indicati nella tabella II che segue. Essi sono più generalmente costruiti nei tipi a *T* simmetrico ed asimmetrico e ad *L*, ma se ne trovano anche nelle altre forme, specie per i tipi di precisione da laboratorio. La tabella II reca i valori dei tipi internazionali, così come la dava *Electronics*, dato — che come abbiam detto — il mercato Italiano non ha mai fornito grande copia di questi strumenti.

Tutti questi tipi di attenuatori sono utilizzati in elettroacustica in telefonia e sono i tipi che il commercio abitualmente tiene a disposizione; però possono ottenersi infinite altre combinazioni, sia variando il tasso di attenuazione, sia variando i valori delle impedenze di entrata ed uscita. In questo ramo non si è giunto ancora ad una normalizzazione vera e propria, per quanto sia stabilito, dall'uso internazionale, che le linee telefoniche abbiano una impedenza di 600 ohm, tranne quelle campali e provvisorie che in generale sono sugli

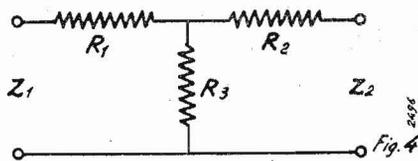
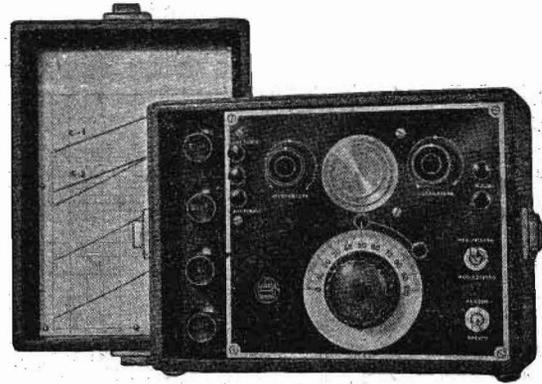
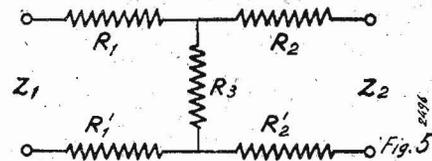



TABELLA II

Z_1 Z_2 ohm	Attenuaz. decibel	R_1	R_2 ohm	R_3	Z_1 Z_2 ohm	Attenuaz. decibel	R_1	R_2 ohm	R_3
50 a 50	5	14	14	83	500 a 500	5	138	138	834
»	10	26	26	35	»	10	258	258	352
»	15	35	35	18	»	15	350	350	183
»	20	41	41	10	»	20	410	410	100
50 a 200	11,5	0	175	57	500 a 2000	11,5	0	1755	575
»	15	16	175	37	»	15	168	1755	366
»	20	31	185	20	»	20	307	1837	203
50 a 500	15,8	0	475	53	500 a 5000	15,8	0	4750	528
»	20	20	480	31	»	20	190	4780	321
50 a 2000	22	0	1980	50	2000 a 2000	5	570	570	3330
200 a 200	5	35	55	334	»	10	1040	1040	1410
»	10	103	103	140	»	15	1400	1400	735
»	15	140	140	75	»	20	1634	1634	406
»	20	163	163	40	2000 a 5000	9	0	3910	2590
200 a 500	9	0	380	270	»	15	980	4170	1160
»	10	23	390	222	»	20	1400	4460	640
»	15	98	417	116	5000 a 5000	5	1370	1370	8330
»	20	140	436	64	»	10	2600	2600	3520
200 a 2000	15,8	0	1886	214	»	15	3500	3500	1830
»	20	76	1912	128	»	20	4085	4085	1015

« I valori di R_1 ed R_2 dell'attenuatore asimmetrico vanno divisi per due ed utilizzati nel tipo simmetrico nei due bracci di R_1 ed R_1', R_2 ed R_2' ».

800 ohm e le linee microfoniche e di collegamento di b.f., in registrazione e trasmissione, che sono generalmente di 200, 250 e 500 ohm.

Calcolo di un attenuatore

Per poter calcolare facilmente le singole resistenze componenti l'attenuatore per un valore determinato della resistenza di entrata (R_e) ed un tasso di attenuazione stabilito, puo servire la seguente tabella. I fattori, che in essa indichiamo, per ogni singola resistenza vanno moltiplicati con la resistenza di adattamento relativa onde ottenere il rapporto di attenuazione voluto.

TABELLA III

Attenuaz. *dB*	R_1	R_2	R_3	R_4
0,25	0,01470	68,03	0,02955	38,85
0,5	0,02874	34,79	0,05761	17,361
1,0	0,0575	17,39	0,1153	8,669
2,0	0,1146	8,726	0,2323	4,305
3,0	0,1710	5,848	0,3524	2,838
4,0	0,2260	4,425	0,4776	2,094
5,0	0,2802	3,569	0,6080	1,645
6,0	0,3325	3,007	0,7469	1,339
7,0	0,3824	2,614	0,8961	1,116
8,0	0,4305	2,323	1,0575	0,9452
9,0	0,4760	2,101	1,2316	0,8117
10,0	0,5194	1,925	1,4229	0,7028
15,0	0,6980	1.432	2,720	0,3675
20,0	0,8183	1,222	4,95	0,202
25,0	0,8940	1,119	8,876	0,1127
30,0	0,9389	1,065	15,8	0,0633
35,0	0,9651	1,036	28,131	0,0355
40,0	0,9804	1,02	50,0	0,02

I valori corrispondenti alle lettere R_1, R_2, R_3, R_4 sono quelli che corrispondono agli schemi di fig. 1. La dove i valori sono indicati con linea di frazione, ad esem.: $\frac{R_1}{2}$, si deve calcolare la metà del valore per ciascuno dei bracci della rete.

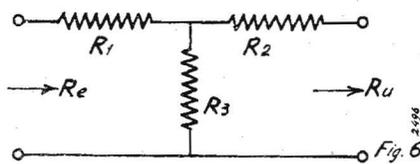



Fig. 6

Il calcolo di una rete a T deve soddisfare alle relazioni seguenti i cui simboli corrispondono alle indicazioni di fig. 6.

$$R_1 = \frac{(R_e + R_u)\, k_1 + (R_e - R_u)}{2}$$

$$R_2 = \frac{(R_e + R_u)\, k_1 - (R_e - R_u)}{2}$$

$$R_3 = \frac{R_e + R_u}{2\, k_2}.$$

I valori dei coefficienti k_1 e k_2 variano col tasso di attenuazione e sono quelli dela tabella IV, ove abbiano indicati tutti i valori da 1 a 50 dB con progressione di 1 in 1. I valori intermedi o maggiori possono essere facilmente ottenuti dividendo a sommando i valori noti.

TABELLA IV

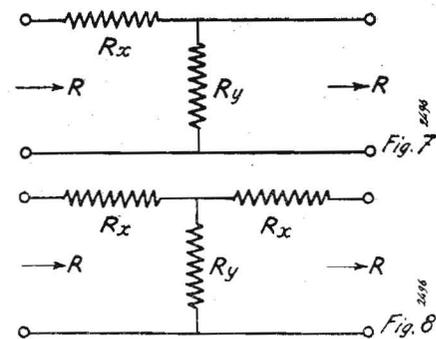
dB	*coeff.* k_1	*coeff.* k_2	*dB*	*coeff.* k_1	*coeff.* k_2
1	0,057	0,115	26	0,904	9,977
2	0,114	0,232	27	0,914	11,118
3	0,171	0,325	28	0,923	12,484
4	0,226	0,477	29	0,931	14,091
5	0,280	0,609	30	0,938	15,734
6	0,331	0,747	31	0,945	17,744
7	0,382	0,897	32	0,950	19.810
8	0,430	1,051	33	0,956	22,339
9	0,467	1,233	34	0,960	24,939
10	0,519	1,422	35	0,965	27,121
11	0,560	1,634	36	0,968	31,393
12	0,598	1,863	37	0,972	35,397
13	0,634	2,122	38	0,975	39,515
14	0,667	2,404	39	0,978	44,555
15	0,697	2,720	40	0,980	50,237
16	0,726	3,075	41	0,982	56,079
17	0,752	3,468	42	0,984	63,230
18	0,776	3,907	43	0,985	70,583
19	0,798	4,398	44	0,987	78,792
20	0,818	4,952	45	0,988	88,836
21	0,835	5,555	46	0,990	100,165
22	0,852	6,262	47	0,991	111,813
23	0,867	7,013	48	0,992	126,070
24	0,880	7,868	49	0,993	140,729
25	0,893	8,870	50	0,994	158,672

Le reti ad L e T asimmetrico calcolate per un tasso di attenuazione in *neper* debbono rispondere alle relazioni seguenti, i cui simboli corrispondono a quelli indicati nelle fig. 7 e 8:

$$R_x = R \cdot k_1 \qquad R_x' = R \cdot k_3$$

$$R_y = R \cdot k_2 \qquad R_y' = R \cdot k_4$$

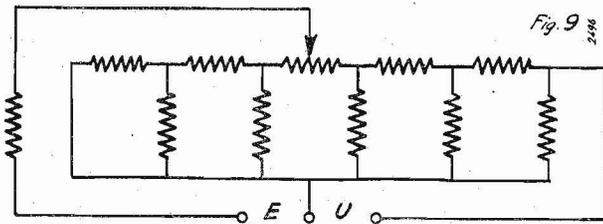
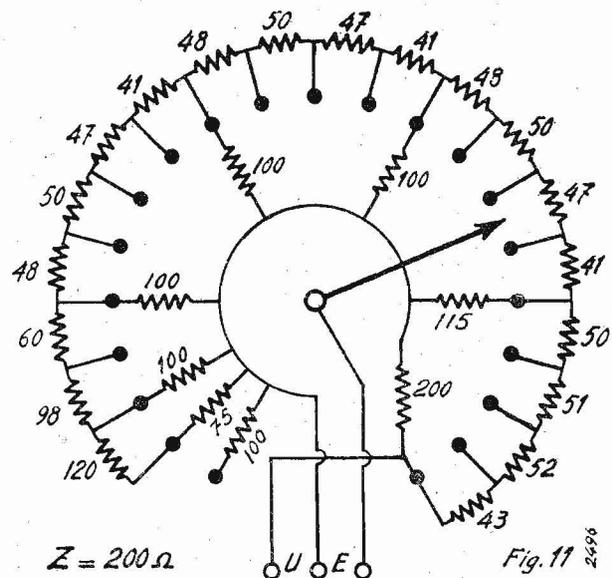
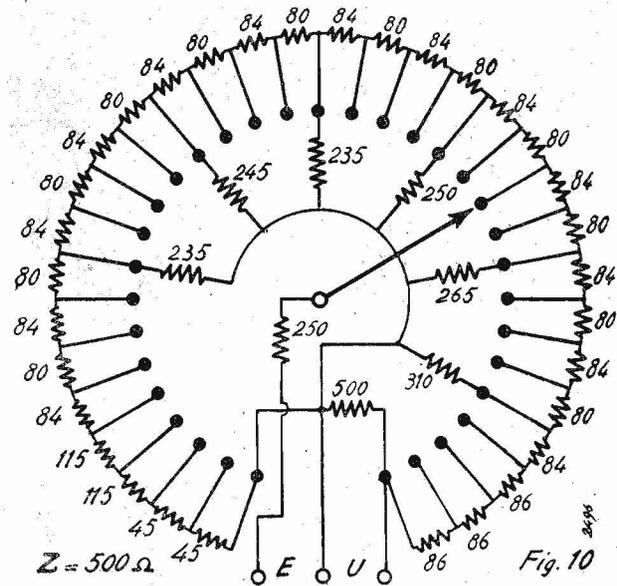
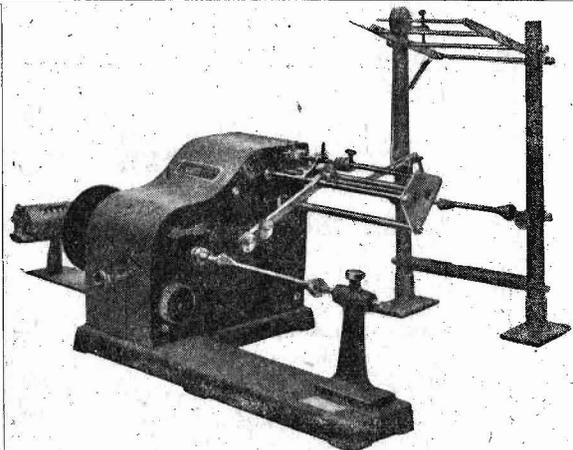
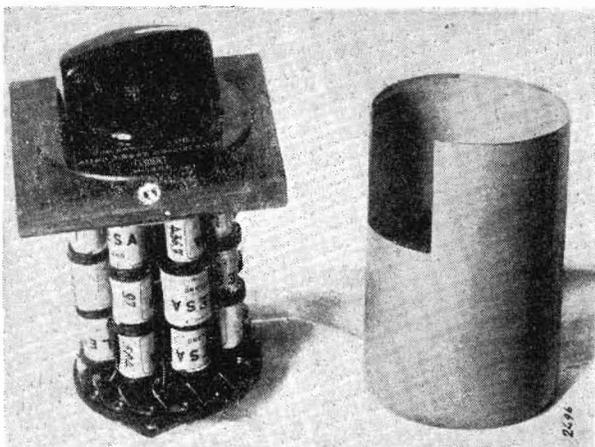
Fig. 7

Fig. 8

i valori dei coefficienti k_1, k_2, k_3, k_4 variano anche essi col tasso di attenuazione e sono quelli della tabella V ove sono indicati per i valori più correnti di attenuazione.

Nella fotografia del titolo noi vediamo un attenuatore a maglie di L, il cui schema elettrico è rappresentato in fig. 9 ; esso ha una impedenza di uscita di 500 ohm ed una attenuazione totale di 32 dB divisa su 32 scatti di un dB ciascuno, la disposizione delle varie maglie che costituiscono l'insieme dell'attenuatore, con i valori relativi sono indicati nella fig. 10.

TABELLA V

Neper	k_1	k_2	k_3	k_4
0,1	0,157	6,7	0,053	6,2
0,2	0,218	4,2	0,103	4,2
0,4	0,333	2	0,2	2,4
0,6	0,449	1,2	0,293	1,5
0,8	0,55	0,79	0,384	1,1
1	0,635	0,572	0,465	0,85
1,2	0,685	0,425	0,532	0,66
1,4	0,75	0,334	0,6	0,53
1,6	0,8	0,255	0,667	0,42
1,8	0,834	0,2	0,715	0,34
2	0,857	0,162	0,756	0,278
2,2	0,89	0,126	0,8	0,225
2,4	0,909	0,1	0,829	0,185
2,6	0,925	0,079	0,853	0,152
2,8	0,938	0,064	0,876	0,124
3	0,95	0,052	0,903	0,1
3,2	0,959	0,042	0,924	0,082
3,4	0,9666	0,035	0,935	0,067
3,6	0,972	0,0265	0,947	0,055
3.8	0,977	0,02	0,956	0,045
4	0,981	0,0182	0,964	0,037
4,2	0,984	0,0146	0,97	0,03
4,4	0,987	0,0125	0,975	0,026
4,6	0,99	0,01	0,98	0,02
4,8	0,9915	0,0082	0,983	0,016
5	0,993	0,0067	0,986	0,013
5,2	0,994	0,0055	0,989	0,011
5,4	0,995	0,0045	0,991	0,0089
5,6	0,996	0,0037	0,993	0,0074
5,8	0,997	0,003	0,994	0,006
6	0,9975	0,0025	0,995	0,0049

Nella seconda fotografia si vede un attenuatore a T simmetrico, con attenuazione totale di 3,5 neper, diviso su 7 scatti di 0,5 neper ciascuno, per una impedenza di entrata ed uscita costante di 600 ohm; ed infine nella terza fotografia un altro tipo di attenuatore a maglie di L costruito per impedenza di uscita di 200 ohm con venti contatti capaci di una variazione di 1,5 dB, i valori del complesso sono indicati nella fig. 11.

Attenuatore per linea di 600 ohm tarato in neper

Attenuatore per linea 200 ohm tarato in decibel

Gli attenuatori possono venire impiegati singolarmente od in cascata, ed in questo caso si sommano i decibel di attenuazione dei singoli attenuatori. L'uso di attenuatori in serie è molto diffuso nei lavori di laboratorio specialmente, dato che è possibile costituire serie di attenuatori con attenuazioni varie in modo da combinarli insieme per ottenere qualunque attenuazione voluta. Per esempio, se si costituisce una catena di 3 attenuatori, uno da 0 ad 1 dB, con divisione di 0,1 in 0,1, il secondo con attenuazione da 1 a 10 dB, con divisioni di 1 in 1 dB, ed il terzo con attenuazione da 10 a 100 dB con divisioni di 10 in 10 dB, si potranno effettuare tutte le attenuazioni comprese fra 0,1 dB e 111 dB, passando per tutta la gamma di dedecimo in decimo. Gli attenuatori possono essere sommati fin tanto che sussiste la identità del valore di impedenza di entrata ed uscita dei singoli elementi e dei due capi del circuito. Si presuppone cioè che i trasformatori, siano ideali, che abbiano una resistenza trascurabile negli avvolgimenti ed una impedenza infinitamente grande quando gli avvolgimenti di uscita sono aperti e viceversa, che non abbiano reattanza di dispersione, ecc.

Questi dati non sono mai realizzati ne realizzabili nella pratica, si avrà quindi un errore trascurabile nella attenuazione, specie allorchè si aumenta e diminuisce la frequenza al disotto od al disopra della gamma sulla quale il progetto e la taratura è stata effettuata. In ogni caso un attenuatore non può mai agire in maniera uniforme su tutti i campi di frequenza. Però nel campo di lavoro per il quale l'elemento è stato progettato, sia in lavoro isolato, sia in quello in serie, i risultati che si ottengono sono molto vicini alla realtà. Ed è questa la ragione che ha portato ad un sì vasto impiego di attenuatori nella telefonia e nella elettroacustica in generale.

Ringraziamo la S. A. Lesa per il permesso che ci ha accordato di pubblicare dati e fotografie della sua produzione.

CARATTERI E CAUSE DELLE DISTORSIONI

G. Termini

In queste note l'A. espone in forma semplice i concetti fondamentali circa i caratteri e le cause delle distorsioni che più comunemente intervengono nel funzionamento dei ricevitori.

---

1. *Alcune definizioni.* — Il fenomeno della distorsione può ritenersi genericamente definito dalla presenza di variazioni periodiche o accidentali, cicliche o di ampiezza, all'uscita di un circuito elettrico (di trasduzione, di amplificazione, ecc.) che non sono presenti nella grandezza elettrica di eccitazione.

Più precisamente il fenomeno della distorsione può ritenersi espresso dalle seguenti definizioni:

a) *Distorsione di ampiezza*, quando è presente una condizione di non linearità fra l'entrata e la uscita del sistema in esame, nel senso che una variazione di ampiezza della componente alternativa di entrata, non è corrispondentemente presente nel circuito di uscita.

b) *Distorsione di frequenza*, quando esiste un andamento non lineare tra l'amplificatore dello stadio (guadagno) e la frequenza; ciò è quanto dire che il livello di amplificazione dello stadio non è costante nell'intero spettro di frequenze in cui è compresa la tensione di eccitazione applicata sull'elettrodo di controllo del tubo.

c) *Distorsione di fase*, quando si verificano variazioni non lineari fra l'angolo di fase e la frequenza di un'onda complessa.

d) *Distorsione di direzione*, prodotta da una non felice eccitazione del trasduttore elettroacustico, sia per difetto di musicalità dell'ambiente e sia per errata distribuzione orchestrale.

Nella trattazione che segue verranno presi in esame i fenomeni della distorsione di frequenza e quello della distorsione di fase, che più comunemente si presentano nel funzionamento dei ricevitori.

2. *Il suono. Distorsioni di ampiezza e di frequenza.* — Per studiare il fenomeno della distorsione occorre conoscere le leggi fondamentali del suono. Occorre distinguere anzitutto che forma e frequenza rappresentano i fattori caratteristici del suono e che tanto l'una quanto l'altra possono praticamente presentarsi sotto il duplice aspetto della composizione *semplice* o *complessa*. Ciò si traduce, in una differente rappresentazione visiva nel rilievo della forma d'onda mediante oscilloscopio. E' quanto dire che il suono emesso da un diapason costituisce una grandezza alternata che può essere rappresentata con una curva semplice, mentre il suono relativo a una riproduzione orchestrale è graficamente caratterizzato da una curva complessa nella quale cioè le variazioni di frequenza e di ampiezza si susseguono con legge unicamente determinata dall'andamento della riproduzione orchestrale.

La rappresentazione grafica di un suono semplice segue una legge trigonometrica, in quanto la curva che ne risulta è una funzione trigonometrica della variabile. Si ha cioè una curva chiamata *sinusoide*, nella quale le ascisse sono proporzionali ai tempi, mentre le ordinate sono proporzionali ai valori istantanei della grandezza in esame (fig. 1 *a*).

Dal punto di vista matematico, una curva del genere è espressa dalla funzione $y = sen\ x$, nella quale y e x rappresentano i parametri.

E' da osservare che dall'andamento di essa sono evidenti i termini caratteristici della grandezza. La grandezza assume anzitutto dei valori istantanei, positivi e negativi, che si ripetono durante il succedersi del tempo entro cui si considera il fenomeno. Si definisce *ciclo* o *periodo* o *Hertz*, il tempo entro cui la grandezza è compresa fra due valori assoluti uguali, quando entro di essi avviene una variazione completa. Ciò si traduce in pratica nel diverso carattere del suono riferito alla sua altezza. In altri termini, vi è un'altezza del suono che è determinata dal ritmo delle variazioni della grandezza nell'unità di tempo e cioè da quella che si definisce *frequenza*, o numero di cicli con cui la grandezza può essere rappresentata nell'unità di tempo.

Vi è anche una relazione fra la rappresentazione grafica del suono e il fenomeno susseguente all'ascolto. Una nota a frequenza doppia corrisponde a una elevazione di nota pari a $^1/_8$.

Un'altra grandezza che risulta evidente nello studio della rappresentazione grafica del suono è la intensità. Ciò è determinato dal valore dell'ordinata massima della curva caratteristica, e prende il nome di *ampiezza*.

Riepilogando, le grandezze che occorre tener presenti nell'esame del suono, risultano essere, la *altezza* o *frequenza* e l'*intensità* o *ampiezza*.

Premesso ciò, riguardo ai suoni semplici, è necessario considerare i caratteri dei suoni complessi. La verifica dinamica dei circuiti di B. F. e cioè il rilievo di forma dell'oscilloscopio delle correnti di comando o di uscita dei trasduttori elettro acustici, può assumere la forma di fig. 1 *b*).

In tal caso si dimostra che l'onda complessa è determinata dalla somma di due o più grandezze semplici. Ciò significa che il suono è in tal caso determinato dalla presenza di due o più suoni semplici. Il numero dei suoni semplici caratterizza il timbro della nota. La frequenza di ciascun suono semplice, o componente, è in relazione alla determinazione del suono. Fra essi si distingue una componente la cui frequenza è esattamente uguale alla frequenza dell'onda complessa. Tale componente è detta *fondamentale*. Le altre componenti si caratterizzano per un valore rispettivo di frequenza che è esattamente un multiplo della

frequenza fondamentale. In altri termini le frequente componenti sono rappresentate da un numero che è esattamente divisibile per il valore della frequenza fondamentale. Queste frequenze componenti sono dette *armoniche*. Si ha cioè la seconda armonica, la cui frequenza è esattamente

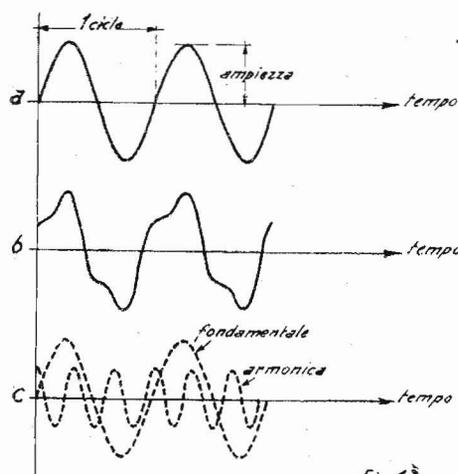



Fig. 1

uguale al doppio della fondamentale; la terza armonica, la cui frequenza è tre volte la frequenza fondamentale, ecc.

Un suono complesso è quindi caratterizzato dal numero delle armoniche, le quali sono distribuite in un ordine o grado, successivamente crescenti dalla fondamentale in ragione a multipli di frequenza.

Se in una grandezza complessa è solo presente la terza armonica, la forma d'onda all'oscilloscopio assume appunto l'andamento riportato nella fig. 1 *b*). Dalla scomposizione della grandezza complessa è chiaro che essa deve essere riguardata co-

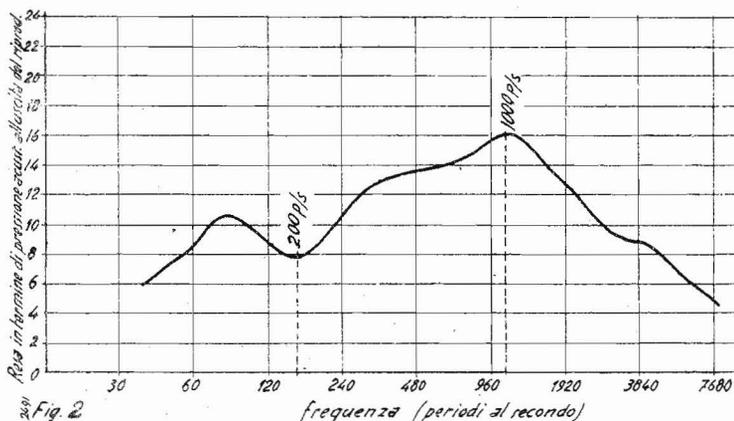



Fig. 2

me la grandezza risultante di due grandezze componenti, tra le quali è evidente la differenza di frequenza e di ampiezza (fig. 1 *c*).

Più precisamente esiste una componente a frequenza uguale a quella dell'onda complessa e, con ampiezza inferiore, una componente a frequenza tripla. Quando una rappresentazione grafica di tal tipo si riferisce alla grandezza elettrica di comando di un trasduttore elettroacustico, è evidente che il timbro della nota assume un carattere particolare. Ciò significa che per modificare il carattere del suono è sufficiente variare il numero e la ampiezza delle armoniche componenti. Ciò caratterizza appunto l'emissione di due suoni da parte di due strumenti musicali diversi. Così, ad esempio, il *Mi* del violino differisce dal *Mi* del flauto per il numero e l'ampiezza delle rispettive armoniche. A ciò si deve esclusivamente le differenze di voce che fanno di due cantanti, uno un tenore eminente e l'altro un tenore di secondo ordine. Se si escludono i fattori psicologici, di educazione artistica e d'interpretazione, inerenti al canto umano, la differenza di fama fra due tenori è rappresentata a parità di nota e d'intesità, dal timbro e cioè dal numero delle armoniche e dalla loro ampiezza che dànno al canto il carattere della pastosità o della rudezza.

La presenza delle armoniche nella natura del suono è da tener presente quando si esamina o si controlla il funzionamento di un ricevitore. La nota di un violino, per esempio, è caratterizzata da numerose armoniche di ampiezza relativamente notevole, riguardo all'ampiezza della fondamentale. Se la corrente relativa alla trasformazione elettrica del suono subisce un'amplificazione non lineare in relazione alla frequenza, il suono riprodotto dal trasduttore elettroacustico non risulta più rispondente all'originale. In uno stadio di am-

plificazione il guadagno diminuisce con l'aumentare della frequenza della tensione applicata; in uscita la grandezza complessa risulta cioè costituita da un numero di armoniche esattamente uguali al numero di armoniche che sono presenti all'entrata, ma con le relazioni di ampiezza chiaramente modificate.

In tal caso la distorsione del suono è evidente in quanto il riproduttore elettroacustico non può ripetere esattamente l'andamento della grandezza di entrata.

Se ora consideriamo il fenomeno della distorsione dal punto di vista del rilievo di forma dell'onda all'oscilloscopio o, ciò che è quanto dire, dalla rappresentazione grafica della grandezza, è agevole suddividere il fenomeno nel dupliche aspetto della *distorsione di ampiezza* e della *distorsione di frequenza.*

Si ha cioè in un caso un mutamento non lineare prodotto dallo stadio di amplificazione sul valore di ampiezza delle singole componenti. Ciò è quanto dire che i rapporti di ampiezza esistenti fra le armoniche e la fondamentale subiscono un mutamento durante il processo dell'amplificazione. Nell'altro caso si può verificare all'uscita la presenza di armoniche che non risultano esistenti nella grandezza originale di entrata.

Se si esamina dapprima il fenomeno della distorsione di frequenza e si vuole determinare le cause, si può dire che ciò è da imputare alla non linearità di responso dei singoli stadi del ricevitore ai diversi valori, di frequenza incidente. Per essere più precisi si può dire che i fenomeni considerati sono da riguardarsi prodotti da una o più delle seguenti cause:

1) andamento delle curve di risonanza dei circuiti di accordo di alta e media frequenza;

2) azione delle reattanze che intervengono nell'accoppiamento fra i diversi stadi;

3) andamento delle caratteristiche di resa del riproduttore elettroacustico.

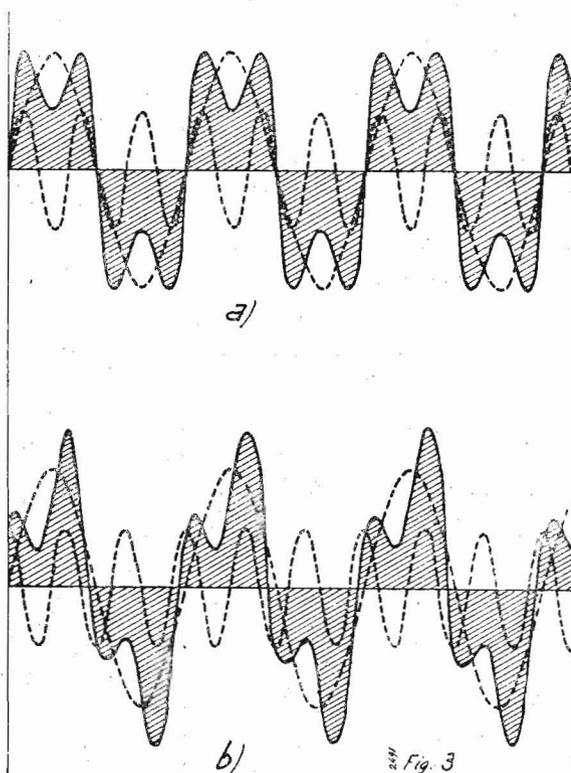
Tutto ciò agisce sull'andamento dell'onda sonora di uscita, nella quale i caratteri impressi all'atto della trasmissione, finiscono per essere anche notevolmente modificati.

Se esamini la resa di un riproduttore elettro acustico in relazione alla frequenza della tensione incidente, rappresentata dal grafico di fig. 2, nel quale le ordinate sono proporzionali alle pressioni acustiche determinate dal riproduttore in relazione alla frequenza della corrente musicale di comando. Se ciò si riferisce all'inviluppo dell'onda di trasmissione, conseguente a un valore costante di ampiezza entro l'intero valore della frequanza di modulazione, se ne conclude agevolmente che il funzionamento del ricevitore introduce un mutamento nei termini caratteristici della modulazione, per cui ne consegue una distorsione.

Dall'esame della curva riportata nella fig. 2 si osserva facilmente che la resa a 1000 Hz. è pressochè il doppio di quella ottenuta a 300 Hz. A tale ragione è chiaro che la componente a frequenza tripla che accompagna la fondamentale di 300 Hz. (terza armonica), subisce un'amplificazione pressochè tripla di quella della fondamentale. Si ha quindi una variazione non indifferente fra le variazioni originali di ampiezza esistenti fra la fondamentale e le armoniche.

In altri termini ciò significa che se in trasmissione l'ampiezza della terza armonica è il 30% dell'ampiezza della fondamentale di modulazione, il ricevitore modifica il rapporto, portando le relazioni di ampiezza in ragione di 1 a 3.

E' da comprendere inoltre la complessità del fenomeno di distorsione, quando si ammette che a ciò può anche accompagnarsi una variazione nella fase originale fra le armoniche e la fondamentale. Si osservi in proposito il grafico della figura 3 *a*) e 3 *b*), nel quale la fondamentale e la terza armonica dànno luogo a una frequenza risultante che differisce notevolmente dall'uno all'altro caso per effetto della variazione di fase intervenuta. Ciò per quanto non si sia introdotto alcun mutamento di ampiezza, nè si sia fatto variare il numero e il grado delle armoniche.

A questo punto è importante esaminare l'effetto pratico delle distorsioni o, ciò che è quanto dire, l'effetto fisiologico. La sensibilità del nostro organo auditivo è tale da non apprezzare eccessivamente tali fenomeni, se non quando assumono un carattere relativamente spiccato. Premesso che è anche da considerare la sensibilità auditiva e la

educazione musicale del singolo, la differenza di altezza di due note non è proporzionale al rapporto fra le corrispondenti ampiezze, ma al logaritmo di tale rapporto.

La sensibilità auditiva segue cioè una legge logaritmica; a tale ragione l'unità di misura delle

grandezze elettro acustiche, il Bel, è un'unità logaritmica.

Ciò anche significa che nella rappresentazione grafica si deve necessariamente adottare, per uno

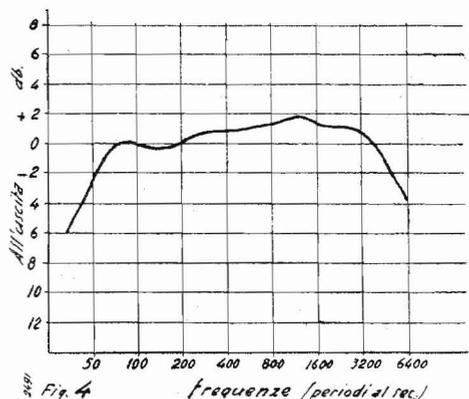



Fig. 4

dei due parametri, il Bel, per seguire la legge logaritmica di variazione dei fenomeni che si presentano nel campo delle frequenze acustiche.

Un'applicazione di ciò è rappresentata dalla curva di responso della fig. 4, nella quale le ordinate sono proporzionali ai decibel, mentre le ascisse riportano la frequenza della grandezza in esame.

Così, se due suoni hanno un'ampiezza rispettivamente uguale ad a e b (o corrispondente variazione elettrica), il livello di volume in b rispetto ad a è espresso, in *d-b*, venti volte maggiore al logaritmo in base dieci, del rapporto $\frac{b}{a}$. Nel caso a suo tempo considerato della variazione di guadagno in relazione alla frequenza, se l'ampiezza della terza armonica risulta raddoppiata, il guadagno in *d b* è sei volte maggiore.

Occorre notare che l'orecchio umano è in grado di apprezzare una variazione di volume di 1 *db*; 6 *db* di guadagno sulla terza armonica sono più che sufficienti a ottenere una notevole variazione nel carattere della nota.

(*continua*)

PAGINE DI DIVULGAZIONE

R. Serra

Sull'alimentazione dei ricevitori dalle reti di distribuzione a corrente alternata

2493/3

1) - *Generalità.* — La distribuzione dell' energia elettrica sotto la forma di corrente alternata, ha condotto alla realizzazione di circuiti per l' alimentazione dei tubi elettronici. Ciò è rappresentato dalla evidente necessità:

a) di provvedere alla tensione di alimentazione del filamento;

b) di disporre di una tensione e di una corrente continua per l'alimentazione anodica e di griglia schermo dei tubi;

c) di ottenere anche, eventualmente, le tensioni di polarizzazione dei tubi.

Riguardo alla tensione di alimentazione del filamento, la soluzione è immediata con l'uso di tubi a riscaldamento indiretto. È infatti evidente in tal caso la necessità di operare il solo mutamento di valore della tensione della rete di distribuzione.

Ciò può ottenersi con due sistemi:

a) realizzando l'alimentazione diretta dalla rete e cioè, collegando in serie i filamenti dei tubi e adottando una resistenza di caduta per adattare la tensione richiesta dal circuito alla tensione della rete;

b) indirettamente, collegando in parallelo i filamenti dei tubi e applicando la tensione che si ottiene al secondario di un trasformatore riduttore, il cui primario è percorso dalla corrente della rete di alimentazione.

Dei due sistemi il primo trova solo applicazione nei ricevitori ad alimentazione universale, e cioè predisposti a funzionare tanto sulle reti di distribuzione a corrente alternata, quanto su quelle a corrente continua. Il secondo sistema è normalmente adottato nei ricevitori ad alimentazione unica dalle reti a corrente alternata. Ciò si ottiene, come è detto, ricorrendo a un trasformatore riduttore, con il quale si opera un mutamento nel valore della tensione della rete.

Il collegamento in parallelo dei filamenti esclude la necessità di operare con tensioni relativamente elevate; non richiede inoltre l'uso di resistenze di caduta e diminuisce infine il rumore di fondo prodotto dall' alimentazione in corrente alternata dei filamenti.

Per quanto riguarda invece l'alimentazione anodica e di griglia schermo dei tubi, il problema si presenta nel duplice aspetto di:

a) elevare la tensione della rete;

b) trasformare la tensione alternata in tensione continua.

Escludendo volutamente la soluzione riguardante l'impiego di gruppi motori-dinamo (survoltori) che non trovano alcuna applicazione nei ricevitori commerciali, il problema verrà considerato nella soluzione offerta dall'impiego di un trasformatore elevatore, di un tubo elettronico raddrizzatore e di un circuito filtro di livellamento, all'uscita del quale si perviene alla necessaria tensione con-

tinua di alimentazione dei tubi.

Di ciò tratteremo successivamente nei capitoli che seguono.

2) *Tubi e circuiti rettificatori.* — Per trasformare la corrente alternata della rete di distribuzione, in corrente continua di alimentazione degli elettrodi e dei tubi è necessario ricorrere a un conduttore unidirezionale, nel quale cioè entrando con la grandezza alternata della rete, si ha in uscita una grandezza variabile in un solo senso. A ciò serve il diodo, tubo elettronico a due elettrodi, il cui funzionamento ha i caratteri di un conduttore unidirezionale per eccellenza. Si osservi in proposito la fig. 1, nella quale la tensione alternata di alimentazione è applicata fra la placca e il catodo del tubo. È evidente che ai capi della resistenza di carico, *R*, si determina in tal modo una tensione la cui variabilità è compresa in una sola direzione.

La corrente di transito, e quindi la tensione ai capi del carico (*R*), è infatti nulla quando la tensione alternata applicata fra placca e catodo assume i valori negativi. In altri termini, la resistenza del tratto catodo-placca è notevolmente bassa quando la tensione alternata raggiunge i valori positivi, mentre è infinita quando la tensione alternata applicata raggiunge i valori negativi.

Dalle osservazioni sul funzionamento del circuito è agevole conoscere i sensi di circolazione della corrente, che, nel suo verso convenzionale, può unicamente avvenire dalla placca al catodo nell'interno del tubo e dal catodo alla placca nel circuito esterno. È da osservare inoltre che il carico è percorso da corrente durante un periodo di tempo uguale alla metà di un intero ciclo. Ciò rappresenta indubbiamente un inconveniente, per il fatto che si limita in tal modo l'erogazione del circuito raddrizzatore. Segue quindi la realizzazione di circuiti atti ad ottenere il raddrizzamento delle due semialternanze. Si ha cioè il circuito riportato nella fig. 2; il secondario del trasformatore di linea, che ha gli estremi collegati alle placche dei due diodi, comporta un centro elettrico che è collegato sul ritorno del circuito anodico e cioè sul catodo. Con una realizzazione del genere, durante l'intero ciclo le due placche vengono a trovarsi alternativamente a un potenziale più elevato del centro elettrico, che rappresenta il potenziale di riferimento.

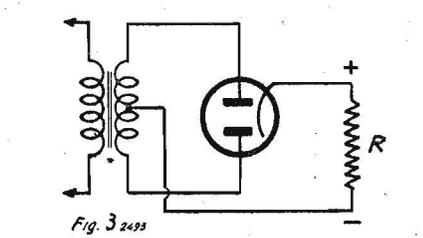



Fig. 3

Ne consegue un passaggio di elettroni dalla placca al catodo di uno dei due diodi durante una semialternanza, mentre nella semialternanza successiva si ha una corrente nel circuito dell'altro diodo. Ciò consente di ottenere una corrente unidirezionale nella quale compaiono anche le semialternanze negative della corrente alternata di linea. L'erogazione del circuito raddrizzatore risulta quindi raddoppiata. È facile osservare che per ottenere uguale corrente di uscita dai due diodi, è necessario che il secondario del trasformatore di linea risulti suddiviso in due parti esattamente uguali. Ciò significa che ai capi del secondario si richiede una differenza di potenziale esattamente uguale al doppio della tensione richiesta da ciascuna placca.

Si definisce *valore massimo della tensione invertita*, l'ampiezza della tensione che risulta applicata fra placca e catodo del tubo quando fra i due elettrodi è presente tutta la tensione erogata dal trasformatore, mentre la placca è a potenziale negativo rispetto al catodo. In altri termini, ciò si verifica solo durante il periodo di tempo durante il quale fra placca e catodo risulta applicata la semialternanza negativa della tensione di alimentazione.

In un circuito raddrizzatore con diodo monoplacca si determina il valore della massima tensione invertita moltiplicando per 1,41 la tensione efficace esistente ai capi del secondario.

Quando invece si adopera un bidiodo, la tensione invertita è presente alternativamente su ciascuna placca ed è la somma delle tensioni esistenti nelle due metà del secondario. La massima tensione invertita è ancora uguale al prodotto fra la tensione efficace e la $\sqrt{2}$, cioè 1, 41.

Nei tubi elettronici la massima tensione invertita è limitata dalla distanza del tratto catodo-placca e dall'isolamento dei supporti di sostegno degli elettrodi.

Il valore massimo della corrente rettificata è invece una funzione del carico e delle caratteristiche del circuito di spianamento adottato.

(*continua*).

SCHERMI ACUSTICI

Per. ind. rad. Sergio Pesce

Comportamento degli schermi acustici nei riguardi della riproduzione sonora

2486/3

Lo schermo. — Molti autori hanno paragonato l'altoparlante a due sorgenti sonore di medesima intensità e frequenza, sfasate fra di loro di 180°. E' ovvio infatti che mentre una parete della membrana comprime lo spazio antistante, l'altra provoca una depressione nello spazio che le è davanti.

Nel caso che noi considerassimo il solo altoparlante, senza lo schermo, è evidente che il livello di pressione acustica sarebbe molto inferiore al normale, cioè con lo schermo, poichè la porzione di spazio compressa dalla membrana verrebbe a compensare quella depressa e l'ascoltatore che si trovasse in una delle due zone udrebbe la risultante delle due pressioni, le quali sono inversamente proporzionali al quadrato delle distanze tra le rispettive sorgenti e il posto di ascolto (1).

E' necessario quindi separare le due zone di diversa pressione acustica: si ricorre perciò allo schermo.

E' questo un pannello di legno posto sulla bocca dell'altoparlante in corrispondenza della quale vi è un foro dello stesso diametro della membrana che permette a questa di comunicare con l'esterno (fig. 1).

Teoricamente la superficie del pannello dovrebbe essere infinita, ma in pratica si è dimostrata sufficente una superficie dell'ordine di grandezza del metro quadrato.

Alterazioni della curva di risposta provocate dalla schermo.

Supponiamo di porre un altoparlante, montato al centro di un pannello circolare, di fronte ad un microfono in una cabina acusticamente isolata. Sia l'altoparlante che il microfono siano a risposta costante.

Accoppiato al microfono poniamo un amplificatore, anch'esso a quale uno strumento, tarato in risposta lineare, all'uscita del dec Bel, ci può segnare l'attenuazione della pressione acustica in funzione della frequenza di eccitazione della bobina mobile, fornita da un generatore di segnali di B. F.

Supponiamo ora di eccitare con una frequenza 20000 Hz l'altoparlante.

A causa della direzionabilità delle alte frequenze musicali, l'angolo solido di propagazione del suono è piuttosto acuto, si potrà perciò notare il fenomeno del forte abbassamento del livello di pressione acustica davanti ad un secondo microfono, collegato mediante un commutatore allo stes-

(1) *Noi consideriamo l'altoparlante posto in una camera imbottita di materiale assorbente i raggi incidenti e isolata completamente dai rumori esterni. In tal modo, non avendosi raggi riflessi, può considerarsi nullo il fenomeno della eco.*

so amplificatore del microfono principale (fig. 2).

In tali condizioni, cioè per le note alte, non si può verificare il fenomeno della somma algebrica delle due pressioni poichè, mentre l'una agisce su di uno stretto cono in una porzione di spazio, l'altra agisce sullo spazio opposto.

Scendendo con il valore della frequenza di eccitazione della bobina mobile l'angolo solido di propagazione α tende a crescere; quando le due pressioni eserciteranno le loro singole azioni sulla completa metà dello spazio, α

= 180°, si avrà il valore critico della frequenza, sotto il quale si manifesteranno i i fenomeni delle combinazioni delle pressioni.

Indichiamo con f' una di queste frequenze inferiori alla frequenza limite. L'onda emessa dalla parete P dell'altoparlante (fig. 3), seguendo in un primo tempo lo schermo sino ai suoi bordi ed invadendo lo spazio A poi, giunge davanti al microfono in ritardo di un certo numero di gradi sull'onda diretta proveniente dalla parte Q attraverso lo spazio A.

Se le due onde giungono sfasate di un valore esatto di angoli giri, cioè praticamente in fase, si può notare un aumento di livello di pressione acustica nel misuratore d'uscita.

Se le due onde giungono davanti al microfono sfasate di 180° o di un multiplo dispari di 180°, (180° × 3, 180° × 5. . . .) si noterà un forte abbassamento di pressione acustica davanti al microfono.

E' chiaro che se il fenomeno di alterazione avviene per il valore f' di frequenza, avverranno altri fenomeni di alterazione di pressione per $f'/2$, $f'/3$, $f'/4$, ecc. ecc. perchè essendo uguale la distanza del microfono dallo altoparlante le frequenze sottomultiple giungeranno, come la f', davanti al microfono in condizioni da provocare la medesima deformazione della curva di risposta e cioè: se i segnali di frequenza f' giungono in concordanza di fase i segnali $f'/2$, $f'/3$, $f'/4$,... giungeranno essi pure in concordanza di fase e viceversa.

In pratica si sormonta l'ostacolo disponendo l'altoparlante scentrato rispetto allo schermo, in modo cioè da impedire il formarsi di una serie di buchi e di picchi per determinate frequenze, ma tali alterazioni siano presenti per tutta la scala musicale inferiore alla nota limite, poichè la parte posteriore dell'altoparlante ha un numero infinito di distanze dal microfono.

Grande importanza ha pure il materiale di cui è composto lo schermo: infatti, se la sua superficie è ruvida, il suono incontra nelle infinite camerette del materiale un ostacolo che provoca una attenuazione selettiva.

Il legno ben levigato e di spessore molto grande, da 3 a 4 cm., in modo cioè di allontanare verso le frequenze ultra udibili la frequenza di risonanza propria dello schermo, è un ottimo materiale. ●

CESSIONE DI PRIVATIVA INDUSTRIALE

Il Sig. Dott. **OTTO HEINRICH DRÄGER** di Lübeck (Germania) è proprietario del seguente brevetto d'invenzione italiano:

N. **327.675** del 26 gennaio 1935 per:
«Apparecchio di respirazione per altitudine»,

ed offre agli industriali il brevetto stesso o in vendita o mediante licenza di fabbricazione.

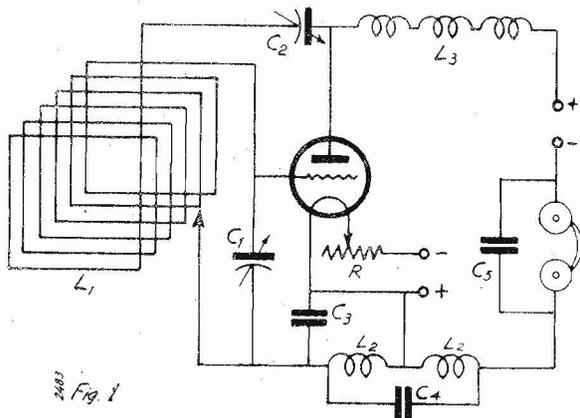
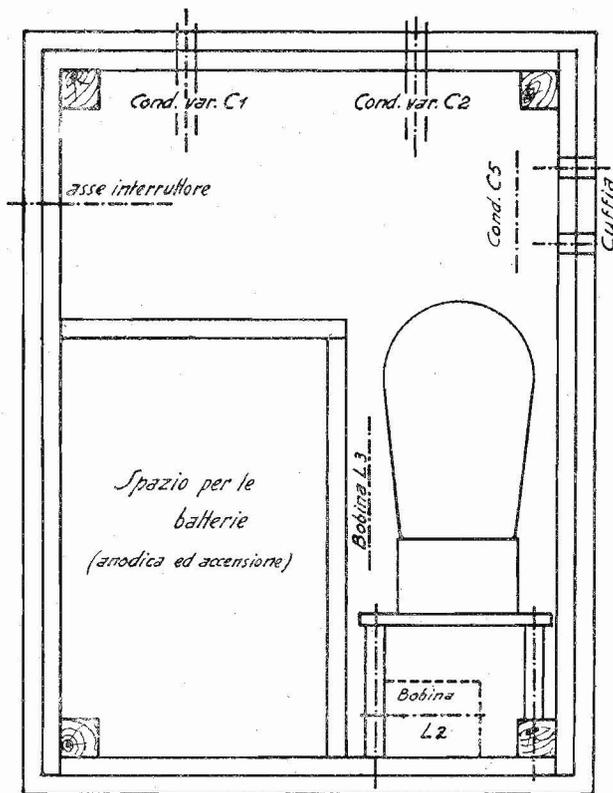
L'UFFICIO TECNICO ING. A. MANNUCCI - Brevetti d'Invenzione e Marchi di Fabbrica - in Firenze, via della Scala n. 4, può fornire agli interessati schiarimenti tecnici, nonchè l'indirizzo del Titolare.

UN MONO-VALVOLARE

2483/2

Dott. G. Molari

Fig. 2 2483

2483 Fig. 1

Premessa

L'attuale situazione del mercato dei pezzi radio rende difficile la costruzione e la descrizione di radioricevitori specie se destinati, come questi dell'Antenna, ai radio dilettanti.

E' difficile costruire un apparecchio perchè non è possibile trovare quello che si cerca in fatto di pezzi e specialmente di valvole ed è tanto più difficile il descrivere un apparecchio perchè una valvola od un pezzo che si è riusciti a trovare o ad avere per un caso qualsiasi non potranno con tutta probabilità venire in possesso di altri specie se si tratta di dilettanti alle prime armi e privi perciò di amicizie e possibilità.

A che servirebbe infatti che io descrivessi un apparecchio munito di valvole ghianda, di 19 o di 1G6G o di altre valvole attualmente irreperibili, e che io pure posseggo, se nessuno fosse poi in grado di poterlo costruire? Ecco allora che ritorno ai piccoli circuiti che possono funzionare con valvole del tipo più svariato, che sono reperibili e che quasi ogni dilettante tiene in qualche più o meno polverosa scatola di vecchio materiale.

Il circuito

Come vedete il circuito è semplicissimo e non contempla che una bobina di antenna, due piccoli condensatori variabili; tre condensatori fissi e due impedenze di alta frequenza oltre alla valvola.

E' un circuito a superreazione, non nuovo nel principio e nell'attuazione, ma che si differenzia dai soliti circuiti ad autoeccitazione che spessissimo avete visto descritti su queste pagine in numerosi ricetrasmettitori per onde ultracorte.

In questo apparecchio la valvola oscilla a due distinte frequenze a quella cioè del segnale in arrivo e che viene regolato dal condensatore variabile di sintonia, e ad un'altra frequenza molto bassa solo di poco superiore al limite di percezione dell'udito umano. Tale frequenza è regolata con un opportuno bilanciamento dell'impedenza L^2 e del condensatore fisso C^4, che vanno regolati una sola volta durante la messa a punto dell'apparecchio.

L^3 è una piccola impedenza a tre sezioni e serve ad impedire che residui di alta frequenza passino nel circuito di bassa frequenza del ricevitore dando luogo a sibili molesti e ad altri disturbi.

Montaggio

Il montaggio può essere attuato in diversi modi; descriverò quello da me eseguito.

Ho costruito con legno compensato da cm. 0,5 di spessore una scatoletta composta da due tavolette di cm. 20 × 15; due di cm. 19 × 5,5 e due di cm. 13 × 5,5; una ancora di cm. 12 × 5,5 ed un'altra di cm. 7,5 × 5,5. Quattro asticine quadrate di un cm. di lato lunghe 5,5 cm. completano l'occorrente per la costruzione della cassettina. Il montaggio della medesima è semplicissimo e basteranno pochi chiodini per fare un lavoretto ben fatto. Una delle tavolette da cm. 20 × 15 servirà da fondo e sarà perciò inchiodata a tutte le altre (eccettuata la seconda della stessa misura che fungerà da coperchio e che sarà quindi fissata al resto a mezzo di quattro viti a legno.

Lo schizzo allegato servirà meglio delle parole a spiegare come vanno montate le varie parti della cassettina e come deve essere eseguito il circuito. Ricordarsi,

prima di unire i pezzi della scatoletta, di praticare su di una delle tavolette di cm. 13 × 5,5 i fori per il fissaggio dei variabili, e su quelle di cm. 19 × 5,5 i fori, per l'interruttore su di una e quelli delle boccole per la cuffia sull'altra, perchè a montaggio ultimato l'operazione riuscirebbe più difficile e meno perfetta. Inoltre occorrono quattro fori sulla tavoletta di cm. 7,5 × 5,5 per i terminali delle batterie.

Il montaggio del circuito si inizia fissando nelle loro sedi i variabili, l'interruttore, le boccole per la cuffia e poi lo zoccolo per la valvola a mezzo di viti lunghe e distanziatori, dovendo trovar posto sotto detto zoccolo vari organi e precisamente l'impedenza L^2 ed i condensatori fissi C^3 e C^4. Il condensatore fisso C^5 va invece saldato direttamente alle boccole della cuffia e spinto verso l'angolo di fondo. L'impedenza di A.F. L^3 deve essere collegata con un capo (filo interno della 1ª bobina) alla linguetta di contatto corrispondente alla placca sullo zoccolo portavalvola, e con l'altro ad uno dei quattro capicorda a doppia linguetta che verranno fissati con quattro chiodini alla tavoletta di cm. 7,5 × 5,5. A questi capicorda faranno capo da un lato i terminali delle batterie e dall'altro i fili di collegamento delle medesime ai vari organi del circuito. Una volta montata la L^3 verrà spinta verso l'angolo formato dalla tavoletta di fondo con quella da cm. 12 × 5,5. La resistenza in serie al filamento verrà usata nei soli casi in cui la tensione necessaria all'accensione della valvola sia inferiore a quella fornita dalla batteria. Tale resistenza deve essere calcolata servendosi della legge di Ohm ($\frac{V}{A} = R$) come il lettore può ben comprendere riferendosi al seguente esempio.

Sia da accendere una valvola tipo 30 o similare con accensione a 2 volt e 60 mA per mezzo di una comune batteria tascabile da 4,5 V. E' necessario cioè, a mezzo di una resistenza posta in serie al filamento della valvola, abbassare la tensione della pila da 4,5 a 2 V. Il valore di detta resistenza ci è dato dalla differenza fra la tensione della batteria e quella occorrente per alimentare il filamento della valvola, cioè 2,5 V. divisi per la corrente in essa circolante, ossia per 0,06 Amp. $\frac{2,5}{0,06} = 41,66$ ohm. Questa resistenza potrà essere costruita con un po' di filo di nichelcromo o di costantano od utilizzando quello di un vecchio reostato.

Terminato il montaggio interno si procederà alla costruzione della bobina L^1 che funge contemporaneamente da antenna e da induttanza di griglia. Questa bobina verrà avvolta all'esterno della cassetta con filo di rame da 2/10 ricoperto in seta ed i suoi terminali passeranno nell'interno attraverso dei piccoli fori per poter essere collegati al resto del circuito. L'avvolgimento va eseguito su di un solo strato ed in due sezioni in modo da lasciare una zona centrale libera per il passaggio dei perni dei variabili, delle boccole della cuffia e del bottone dell'interruttore. Le spire variano a seconda della gamma che si vuole ricevere, dei variabili usati ed anche della valvola adoperata. Per le onde medie occorrono 80-90 spire con prese intermedie a 30-40 e 50 spire.

Terminato completamente il montaggio si prepareranno le batterie che vanno collocate nello spazio apposito come è chiaramente visibile nella fig. 2 in cui è pure indicato come si devono collegare fra di loro. Sono state usate 18 cellule in serie di pile tubolari (9 pile normali cilindriche da 3 V. smontate) per l'anodica e due pile piatte connesse in parallelo per l'accensione del filamento. Le prime vanno poste nel fondo (dopo averle collegate in serie fra loro) e al di sopra si porranno le batterie piatte da 4,5 V. che vi saranno contenute esattamente. Raccomando la massima attenzione nell'isolare a mezzo striscie di cartoncino le varie cellule l'una dall'altra e specialmente dalle batterie di accensione del filamento.

Messa a punto

La messa a punto di questo apparecchietto consiste nel provare le varie prese intermedie della bobina L^1 al fine di ottenere un dolce innesco della reazione. Se si percepisce una nota acuta nella cuffia (fischio) si dovrà diminuire la capacità di C_4 e togliere qualche spira ad L^2. Si avrà il maggior rendimento con il maggior numero di spire possibile per L^2 e la più alta capacità per C^4 senza però percepire il fischio.

Uso e risultati

Occorrerà prendere un po' di pratica nella manovra di questo ricevitore perchè ad ogni posizione del variabile di sintonia ne corrisponda una optimum per quello di reazione per cui è necessario regolarli contemporaneamente.

L'apparecchio non è molto selettivo essendo a superreazione ma è molto sensibile. Non sarà però difficile separare anche stazioni trasmittenti vicine sfruttando le proprietà direttive della bobina di antenna che funziona da quadro. Si può aumentare la sensibilità collegando un'antenna direttamente alla griglia della valvola o meglio ad una delle prese intermedie della bobina. Il condensatore C^1 è quello di sintonia e C^2 quello di reazione; sono ambedue ad aria e di piccole dimensioni.

Elenco del materiale

1 Cassetta (come da descrizione)
1 Bobina L^1 (come descrizione)
1 Bobina L^2 20μH (due impedenze N. 560 Geloso in serie)
1 Bobina L^3 2-3μH (Geloso numero 557)
2 Condensatori variabili in aria (Ducati)
3 Condensatori fissi (C^3, 4000 cm. - C^4, 4000 cm. - C^5 2000 cm.)
1 Resistenza per filamenti (come da descrizione)
1 Interruttore
2 Boccole per cuffia
1 Zoccolo per valvola (normale da sottopannello)
1 Cuffia da 4000 ohm
Viti, filo, capicorda ecc.
1 Valvola (A409 - A415 - Ed. VI 202 ecc., o qualsiasi triodo in continua di uso generale)
Batterie (come da descrizione)
2 manopole graduate di piccole dimensioni.

(IX)

2499/2

DALL'AEREO ALL' ALTOPARLANTE

Come funziona un radioricevitore

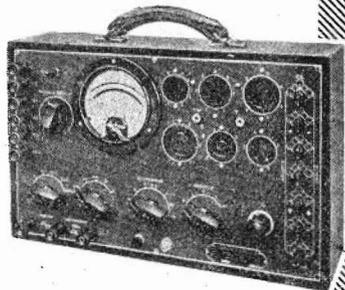
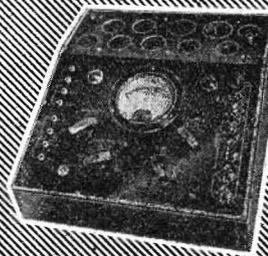
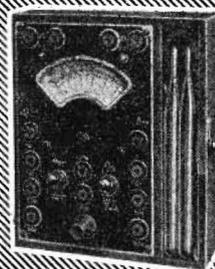
G. Coppa

Nella sistemazione dell'altoparlante è importante tenere il più corto possibile i fili che recano la corrente *BF* all'altoparlante stesso e badare che essi passino lontani dalla griglia della prima valvola o dagli organi ad essa connessi. Se non si osservano queste regole si formano con facilità inneschi e sibili che rendono impossibile il funzionamento dell'apparecchio.

Fra uno dei fili della rete-luce e la massa metallica dell'apparecchio deve essere posto un condensatore da 5000 *pF* il cui compito è di eliminare il ronzio che si percepisce molto intenso specialmente durante l'audizione della stazione locale a causa di un passaggio della radio frequenza che capta la rete all'apparecchio attraverso alla valvola raddrizzatrice.

Ultimato in tale modo il ricevitore, veniamo ad illustrarne brevemente il funzionamento.

Collegato l'aereo, il filo di terra e inserita la corrente, se tutto è regolare, tenendo il condensatore di reazione (ossia il condensatore variabile di destra) alla sua minima capacità e ruotando lentamente il condensatore variabile di sinistra, si dovrà trovare un punto nel quale si sente la trasmissione della stazione locale. Questa potrà essere più o meno forte a seconda della distanza e della bontà dell'aereo.

Aumentando poi progressivamente la capacità del condensatore di reazione (quello di destra),

l'intensità di ricezione dovrà crescere. Sarà opportuno ritoccare ogni tanto la posizione dell'altro condensatore variabile.

Proseguendo in tale modo, si giungerà ad una posizione del variabile di reazione oltrepassando la quale la ricezione è accompagnata e talvolta sostituita, da un fischio.

Questa particolare posizione va notata perchè essa delimita il passaggio di funzionamento della prima valvola da rivelatrice a reazione ad oscillatrice ossia a generatrice di oscillazioni.

In prossimità di tale posizione si ha il massimo di sensibilità del ricevitore e questo va tenuto presente specialmente se si vogliono ascoltare stazioni più lontane.

Disgraziatamente la posizione trovata per il condensatore di reazione non è unica per tutte le frequenze della banda ed è quindi necessario ritoccarla durante l'operazione di ricerca delle stazioni.

A questo punto è opportuno fare un rilievo. Perchè quando la valvola passa dal funzionamento di rivelatrice a quello di oscillatrice, in corrispondenza della stazione che si sta ricevendo, si forma un fischio?

Il fenomeno, a cui già altra volta abbiamo accennato, è dovuto a battimento fra l'oscillazione della stazione emittente e quella della valvola del ricevitore che è passata a funzionare da oscillatrice.

In che cosa consista il battimento non sarà a tutti ben chiaro ma lo diventerà facilmente per analogia se si considera il seguente comunissimo fenomeno di acustica.

Se ci si pone in vicinanza di uno strumento che emette un suono qualsiasi, per esempio un flauto, e si cerca di riprodurre con la bocca lo stesso suono (fischiando) ci si accorge che se i due suoni non coincidono esattamente ma sono di poco dissimili, il suono complessivo risultante dai due non è unito come i due componenti ma è tremolante.

La frequenza del tremolìo è detta « frequenza di battimento ». Si dimostra facilmente che la frequenza di battimento è pari alla differenza fra le frequenze dei suoi componenti.

Se ad esempio uno dei due suoni era di 1500 periodi al m'', di 1500 Hz., e quella dell'altro era 1300 Hz., il tremolìo che si percepisce « per battimento » è di 200 Hz., cioè il suono risultante varia di intensità 200 volte al secondo.

Nel caso del nostro apparecchio i due suoni componenti sono sostituiti da due oscillazioni di alta frequenza, tali cioè che non si possono percepire ad orecchio nè riprodurre con l'altoparlante, e neppure l'oscillazione risultante si può percepire in alcun modo; il fischio che si ode è dunque quello di battimento e la sua altezza dipende esclusivamente dalla differenza fra le due oscillazioni componenti.

Si nota infatti che la frequenza è minima (sino a ridursi a zero) quando la sintonia fra trasmettitore e ricevitore è perfetta e cresce quanto più ci si allontana da questa condizione sino a scomparire, perchè il suono che ne risulta è tanto acuto da non poter azionare nè l'udito nè l'altoparlante.

Il ricevitore supereterodina.

Questo importante fenomeno è stato sfruttato in radiotecnica da molti anni, dapprima per rivelare oscillazioni non modulate, in seguito per consentire la realizzazione di apparecchi ad alta sensibilità e selettività.

La prima applicazione, dopo quanto si è detto, appare ovvia. Infatti, per rendere udibile una oscillazione non modulata basta farla interferire con un'altra, pure non modulata, la cui frequenza differisca di un numero qualsiasi di periodi corrispondente però ad una frequenza contenuta nella banda acustica .

Questo fatto avviene anche nel nostro ricevitore a reazione quando si sia sorpassato il limite di innesco.

Quello che a noi qui interessa maggiormente è la seconda applicazione che è quella che ha permesso alla tecnica dei radio ricevitori di fare un deciso passo in avanti.

In un ricevitore supereterodina moderno si nota, oltre al solto amplificatore a bassa frequenza, pre-

senta in ogni tipo di ricevitore, un amplificatore a frequenza fissa detto *amplificatore di media frequenza*. Si tratta di un amplificatore comprendente generalmente almeno una valvola e diversi circuiti oscillatori accordati tutti ad una frequenza esterna alla banda che si vuole ricevere (di solito inferiore) ma comunque notevolmente più alta delle frequenze acustiche.

Oltre a ciò si nota pure la presenza di un « oscillatore locale » o eterodina, di una prima valvola rivelatrice che precede l'amplificatore di media frequenza e di una seconda valvola rivelatrice che lo segue e che a sua volta precede l'amplificatore di BF (ved. fig. 1).

Fig. 1

Il funzionamento del complesso è il seguente:

L'oscillazione di alta frequenza captata dall'aereo, sintonizzata ed esaltata dal circuito oscillatorio di entrata, viene mandata alla prima rivelatrice che svolge qui sopratutto, come vedremo, la funzione di « mescolatrice ».

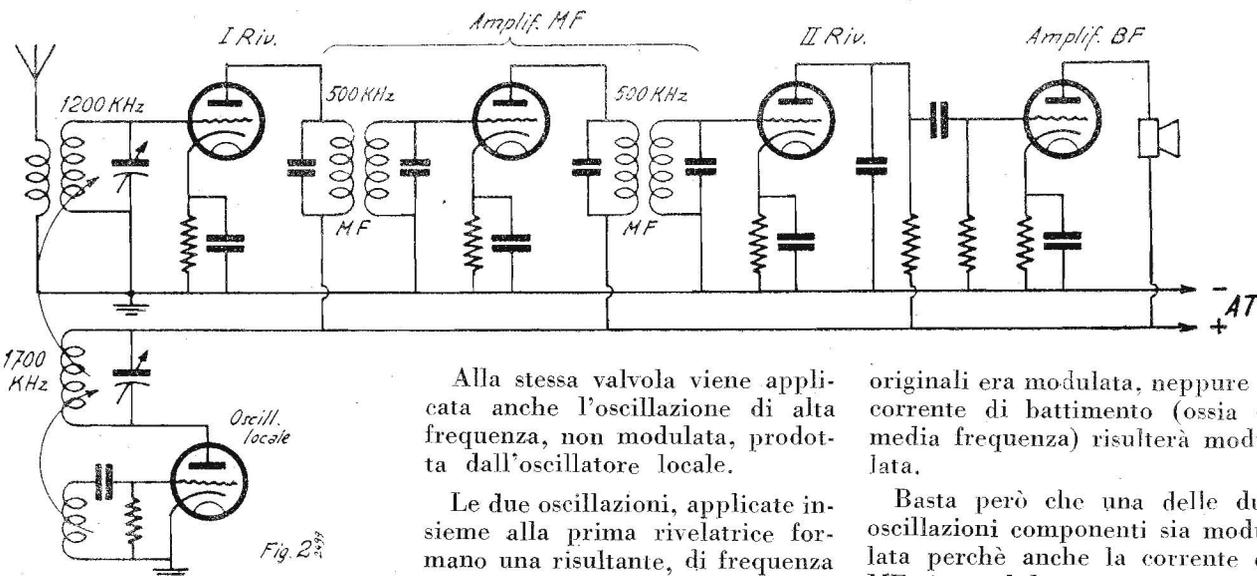



Fig. 2

Alla stessa valvola viene applicata anche l'oscillazione di alta frequenza, non modulata, prodotta dall'oscillatore locale.

Le due oscillazioni, applicate insieme alla prima rivelatrice formano una risultante, di frequenza irregolare, modulata in ampiezza da un « *battimento* » la cui frequenza è, come si è detto pari alla differenza fra le due frequenze componenti.

Facciamo un esempio: Sia l'oscillazione proveniente dall'aereo, di 1200 KHz. e sia quella prodotta dall'oscillatore locale di 1700 KHz. La risultante a cui danno luogo ha una frequenza irregolare che non ci interessa, ma è modulata in ampiezza da un *battimento* la cui frequenza è di 500 KHz (ossia 1700 — 1200 KHz).

Se l'amplificatore di media frequenza ,o meglio di frequenza intermedia) che segue la prima rivelatrice ha i circuiti accordati, per esempio, alla frequenza di 500 KHz, in esso potrà passare e venire regolarmente amplificata la corrente a frequenza di battimento che si ha all'uscita della prima rivelatrice (che è pure, come si è detto, di 500 KHz).

Se nessuna delle due oscillazioni originali era modulata, neppure la corrente di battimento (ossia di media frequenza) risulterà modulata.

Basta però che una delle due oscillazioni componenti sia modulata perchè anche la corrente di MF sia modulata.

Evidentemente, delle due oscil-

lazioni originali quella modulata è quella proveniente dall'aereo che reca la modulazione di BF che per l'appunto si voleva ricevere e tramutare in suono.

La corrente di MF, anche se modulata, non può azionare direttamente gli organi elettroacustici (perchè è sempre alta frequenza, con caratteri del tutto simili a quelli della corrente captata dall'aereo) essa deve essere quindi rivelata ed eventualmente amplificata in BF dopo la rivelazione.

Ecco così chiarito lo scopo della seconda rivelatrice. La fig. 2 illustra uno schema concreto di supereterodina, essa non è che lo sviluppo di quella indicata in figura 1.

Riassumendo: L' oscillazione di AF modulata captata dall'aereo (es.: f_1 = 1200 KHz) viene fatta « battere » con quella non modulata prodotta dall'oscillatore locale (es.: f_2 = 1700 KHz).

La frequenza di battimento ottenuta dalla 1ª rivelazione (f_3 = = $f_2 - f_1$; es: f_3 = 500 KHz) se coincide con la frequenza di risonanza dei circuiti oscillatori dell' amplificatore di MF passa in questo e viene amplificata. Successivamente la MF viene rivelata dalla 2ª rivelatrice e dà luogo alla frequenza acustica che viene amplificata per azionare l' altoparlante.

Ora che il funzionamento di insieme è chiarito, è opportuno fare alcune considerazioni più particolareggiate.

Perchè il segnale possa giungere all'altoparlante è necessario che assuma la caratteristica di una frequenza di battimento, modulata, di valore ben determinato (nell'esempio è di 500 KHz) perchè i circuiti oscillatori di MF sono fissi.

Per poter ricevere tutte le stazioni contenute in una gamma (p. es. nelle onde medie) è allora necessario di far sempre in modo che la frequenza prodotta dall'oscillatore locale differisca da quella del segnale che si riceve dall'aereo di tanti periodi al secondo quanti sono quelli corrispondenti alla frequenza intermedia (nell'esempio: di 500 KHz).

Per fare ciò è evidentemente necessario che i due circuiti oscillatori, rispettivamente di ingresso del ricevitore e dell'oscillatore locale siano a frequenza variabile.

Nei primi ricevitori supereterodina i comandi di questi due circuiti oscillatori erano indipendenti cosicchè la ricerca della stazione si faceva un poco a tentoni, dapprima regolando il condensatore dell'eterodina (ossia dell'oscillatore locale) e poi intensificando il segnale ricevuto col perfezionare la sintonia del circuito oscillatorio di ingresso.

Va notato però che il battimento si forma tanto se la frequenza dell'eterodina è superiore a quella del segnale quanto se è inferiore a questa e che quindi il segnale è ricevibile in entrambi i casi, purchè il battimento, ossia la differenza fra le due frequenze corrisponda alla frequenza dell'amplificatore di MF (nell'esempio precedente :a 500 KHz).

Così, nel caso dell'esempio, la ricezione del segnale poteva aver luogo per due posizioni diverse del condensatore variabile dell'eterodina ossia in corrispondenza a 1700 KHz. Infatti, in entrambi i casi la differenza di frequenza fra il segnale in arrivo e il segnale dell'eterodina è di 500 KHz, frequenza dei circuiti oscillatori di MF (1700 — 1200 = 500; 1200 — 700 = 500).

È da notare che la differenza fra le due frequenze dell'eterodina che rendono ricevibile uno stesso segnale è pari al doppio della MF (nell'esempio tale differenza è di 1000 KHz ossia il doppio della frequenza intermedia che è 500 KHz.

Analogamente, per una data posizione del condensatore variabile dell'eterodina si possono ricevere due stazioni i cui segnali differiscano rispettivamente in più ed in meno dal segnale dell'eterodina di tanti periodi al secondo quanti sono quelli che corrispondono alla MF.

Naturalmente, di questi due segnali quello che si sente più intenso sarà quello sul quale è sintonizzato il circuito oscillatorio di ingresso.

La ricezione contemporanea di due segnali a frequenza diversa ha costituito un inconveniente non lieve per le prime supereterodine perchè era la causa di un gran numero di interferenze. Nelle supereterodine moderne l'inconveniente è stato praticamente eliminato con l'adozione del monocomando per i due condensatori variabili rispettivamente del circuito oscillatorio di ingresso e dell'eterodina e con l'adozione di frequenze particolarmente adatte per l'amplificazione di media frequenza.

Selettività ed amplificazione di un ricevitore supereterodina.

Le caratteristiche che rendono i ricevitori supereterodina preferibili nei confronti dei ricevitori ad amplificazione diretta si identificano in una selettività elevata e nella possibilità di raggiungere livelli di sensibilità notevoli.

Quanto alla prima caratteristica va notata una particolarità interessante di questo tipo di ricevitore.

Ci serviremo di un esempio che in questo caso è più efficace di una spiegazione.

Se nel ricevitore precedentemente citato ad esempio una delle due frequenze componenti e più precisamente quella dell' oscillazione captata dall'aereo si sposta per esempio di 10 Kc tale spostamento di frequenza, se $f_1 = 1200$ KHz. percentualmente rappresenterà un scarto di frequenza del $\frac{10}{1200}$ % ossia del 0,0083%.

Se si sposta di 10 KHz. tale frequenza, anche la frequenza di battimento si sposterà di 10 KHz, di conseguenza, supposto che il suo valore normale fosse di 500 KHz., lo spostamento di frequenza di battimento percentualmente sarà del $\frac{10}{500}$ % ossia del 0,02%.

Dopo questo esempio è intuitivo che più grande sarà il rapporto fra la frequenza del segnale e quella dell'amplificatore di MF, tanto maggiore sarà la selettività del ricevitore la quale d'altronde per le esigenze normali non deve essere spinta all'eccesso.

Data la particolare facilità con la quale si realizzano i circuiti oscillatori fissi a MF, si può con molta maggiore semplicità che nei ricevitori ad amplificazione diretta realizzare una notevole amplificazione e selettività.

In quasi tutti i ricevitori supereterodina si hanno quattro circuiti oscillatori di MF accoppiati a due a due (fig. 2) e funzionanti da trasformatori accordati o da « filtri di banda » come più comunemente si dice.

Ne consegue che la selettevità del ricevitore è affidata quasi esclusivamente all'amplificatore di media frequenza. La selettività che apporta il circuito oscillatorio di ingresso è nel più dei casi insignificante.

Per quanto riguarda la sensibilità le possibilità sono molto maggiori che per i ricevitori ad amplificazione diretta. Infatti mentre in questi ultimi il segnale di AF amplificato può tornare facilmente nei circuiti dei primi stadi producendo fenomeni di reazione, per i ricevitori supereterodina questo inconveniente è molto minore perchè i primi stadi sono a frequenza diversa da quella dei successivi. Inoltre nei ricevitori supereterodina non vi sono quegli inconvenienti che caratterizzano i ricevitori ad amplificazione diretta quale quello dell'accoppiamento fra i vari circuiti oscillatori attraverso all'albero comune dei condensatori variabili monocomandati ecc.

Aspetto di un ricevitore supereterodina moderno.

La realizzazione di un ricevitore supereterodina moderno è molto diversa, anche se non sostanzialmente da quella di un ricevitore dello stesso tipo di un tempo quale quello schematizzato in fig. 2.

Il primo rivelatore e l' oscillatore locale sono generalmente riuniti in un unico complesso per il quale basta una sola valvola « convertitrice » appositamente studiata. Tale valvola può essere o non preceduta da uno stadio di amplificazione di alta frequenza.

I due condensatori variabili, rispettivamente del circuito oscillatorio di ingresso e dell'oscillatore locale, sono monocomandati e regolati in modo che, per le onde medie, l'oscillatore risulti a frequenza superiore e per le onde corte a frequenza più bassa di quella del circuito oscillatorio di ingresso.

Per le onde medie rimane ovviamente rafforzato quel segnale per il quale il circuito oscillatorio di ingresso si accorda. L'altro segnale che è in grado di costituire, battendo con l'oscillatore locale, lo stesso valore di frequenza intermedia, deve risultare esterno alla banda delle onde medie in modo che il circuito oscillatorio di ingresso rimanga nettamente dissintonizzato nei suoi confronti.

Questo secondo segnale è detto « *immagine* » del segnale principale e deve essere fortemente attenuato rispetto ad esso.

In onde corte l'immagine è in genere assai poco attenuta ma è questo un inconveniente tollerato quando non si tratti di apparecchi appositamente costruiti per usi particolari.

Si può aumentare l'attenuazione dell'immagine facendo precedere la valvola convertitrice da uno o più stadi di amplificazione di alta frequenza (a circuiti accordati o da filtri di banda accordati sul segnale da ricevere.

La frequenza dei circuiti di MF è stata in genere accresciuta e portata intorno ai 500 KHz e ciò sopratutto per fare in modo che « la immagine» cada fuori della banda delle onde medie.

I ricevitori moderni sono dotati anche di circuiti per la regolazione automatica della sensibilità il cui scopo principare è di impedire che l'apparecchio si « sovraccarichi » durante la ricezione di segnali molto potenti e per ridurre gli effetti dell'evanescenza.

Ci occuperemo più avanti dei particolari di questi dispositivi.

(continua).

S. A. ED. « IL ROSTRO »
Via Senato, 24 - Milano
ITALO PAGLICCI, direttore responsabile

LA STAMPA MODERNA - Via Reina N. 5 - MILANO